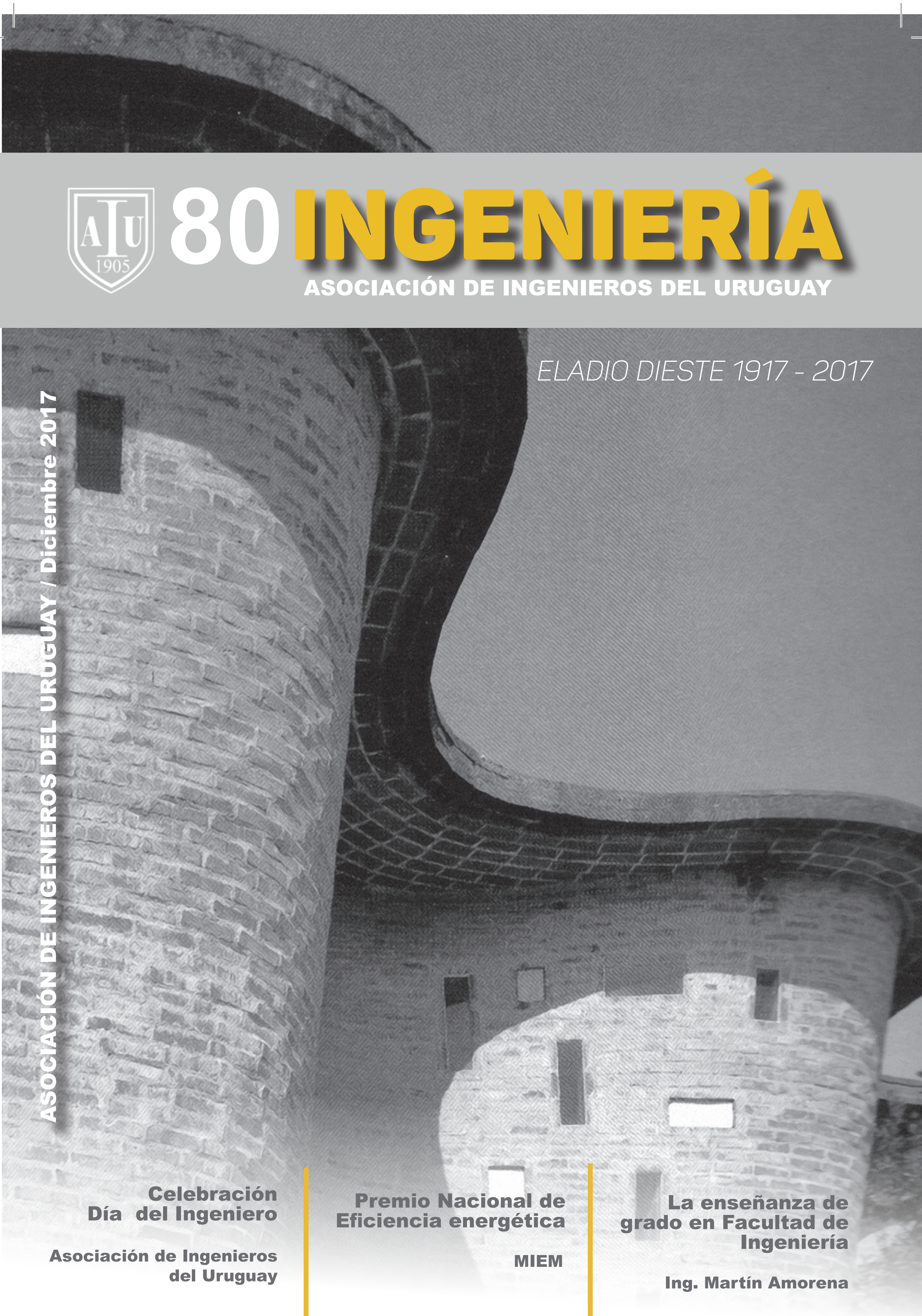
80 INGENIERÍA

ASOCIACIÓN DE INGENIEROS DEL URUGUAY



ELADIO DIESTE 1917 - 2017

ASOCIACIÓN DE INGENIEROS DEL URUGUAY / Diciembre 2017

Celebración Día del Ingeniero

Asociación de Ingenieros del Uruguay

Premio Nacional de Eficiencia energética

MIEM

La enseñanza de grado en Facultad de Ingeniería

Ing. Martín Amorena

ASOCIACIÓN DE INGENIEROS DEL URUGUAY

¿QUÉ ES AIU?

La AIU es una asociación civil con finalidad gremial fundada el 12 de octubre de 1905, con personería jurídica reconocida por Resolución del Poder Ejecutivo de fecha 28 de julio de 1922.

¿QUÉ HACEMOS COMO ASOCIACIÓN?

Fortalecemos permanentemente la institución para beneficio de sus asociados, de la profesión en general y de la sociedad. Promovemos la comunicación y el intercambio técnico y de experiencias entre los asociados. Nos relacionamos con instituciones nacionales y extranjeras.

¿QUÉ BUSCAMOS?

Ser reconocidos como una institución referente de la ingeniería nacional y contribuir mediante su superación al desarrollo de la ingeniería en el país, al progreso y bienestar social y a la dignificación profesional.

ASOCIATE

PARTICIPÁ DE LOS EVENTOS Y ACTIVIDADES
QUE TENEMOS PARA OFR CERTE

CONTACTÁNOS

@aingenierosu

www.aiu.org.uy

Cuareim 1492 | (+598) 2900 8951 | aiu@vera.com.uy

COMISIÓN DIRECTIVA

2017-2019

PRESIDENTE:
Ing. Miguel Fierro

1ER. VICEPRESIDENTE:
Ing. Marcelo Erlich

2DO. VICEPRESIDENTE:
Ing. Lucas Blasina

SECRETARIO:
Ing. Martín Dulcini

PRO-SECRETARIO:
Ing. Gustavo Mesorio

TESORERO:
Ing. Nicolás Rehermann

PRO-TESORERO:
Ing. Mauricio Rinaldi

VOCALES:
Ing. Orlando Egüez
Ing. Richard Hobbins
Ing. Federico Kreimerman
Ing. José Pedro Pena

SUMARIO

PÁG.

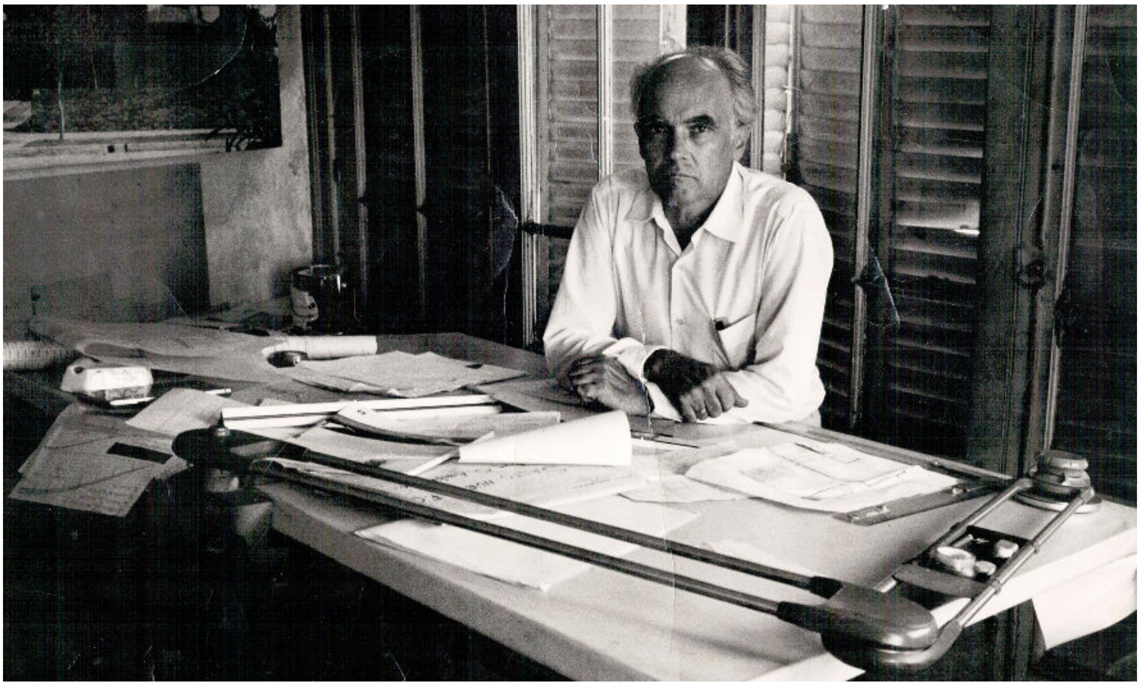
DISEÑO GRÁFICO:
Florencia Hernández López

REDACTOR RESPONSABLE:
Ing. Miguel Fierro

IMPRESO Y ENCUADERNADO EN:
Imprenta Mastergraf

Ing. Edgardo Verzi

ELADIO DIESTE



El 1 de diciembre de 2017 se conmemora el centésimo aniversario del nacimiento de Eladio Dieste. La polifacética e innovadora trayectoria profesional, así como la prolífica dimensión de sus realizaciones [4], apenas permiten trazar, en esta publicación, un bosquejo de su vida y su obra. [1]
Ingeniero, arquitecto, docente, investigador, creativo, inventor, realizador, artista, humanista, su legado ha recibido un amplio reconocimiento nacional e internacional. [5] y [6] Abordaremos brevemente su aporte desde tres aspectos sustanciales: el profesional, el ser humano y el creativo innovador.

COMO INGENIERO CIVIL, DOCENTE, INVESTIGADOR Y GENEROSO COLEGA, COMPARTIÓ SUS CONOCIMIENTOS Y TRASMITIÓ SUS CERTEZAS

"Me apasiona la posibilidad de comprender la realidad a través del lenguaje físico-matemático." [3. Pág 5]

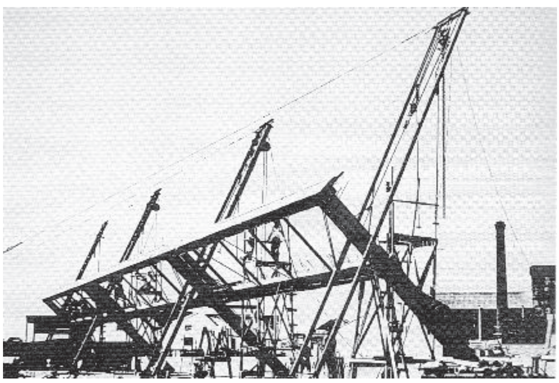
Dieste fue mi profesor de Mecánica II en 1959 y de Puentes y Grandes Estructuras en 1962.
Su presencia en el aula establecía espontáneamente una atracción que provenía de la profunda convicción de su decir.
La voz grave y timbrada, junto a su serenidad y precisión al exponer las ideas, convocaban de inmediato la atención de quienes lo escuchábamos.
Sus sólidos conocimientos de física y matemáticas enriquecían la exactitud de los planteos al demostrar un teorema o fundamentar un cálculo estructural.
Metódico y riguroso en sus análisis, desplegaba como docente una ética que regía todo su comportamiento.
Con una expresión gráfica precisa y prolija dejaba estampados en el pizarrón los dibujos y ecuaciones como si una impresora de alta resolución condujera su mano.
Cuando cursábamos la especialización, como docente de Estructuras nos formó compartiendo generosamente con nosotros todo su conocimiento y alentándonos a una visión panorámica, al análisis conceptual, al desarrollo de la intuición, a la investigación como sistema y a la síntesis como solución.
Durante mi ejercicio profesional, siempre me dedicó tiempo enriquecedor: ya le hiciera una consulta

o le pidiera un ensayo de pilotaje, o recorriendo las obras civiles de Salto Grande en ocasión de sus visitas al obrador, o simplemente dándome referencias sobre un determinado tema. Invariablemente, él estaba informado y me ofrecía su opinión.
Con su colega Eugenio Montañez fundó la empresa constructora Dieste & Montañez, de extensa y reconocida trayectoria en Uruguay y en el exterior.

SER HUMANO DE SU TIEMPO, COMPROMETIDO CON EL PRÓJIMO, FUE UN AUSTERO INTÉRPRETE DE LA REALIDAD

"No me he cansado de predicar que una auténtica independencia (o, con otro nombre, un sano nacionalismo) pasa por ese mirar desnudo de nuestra realidad, que nos debe llevar a una actitud modesta y creadora.
La falta de esta actitud [...] es una de las graves carencias de la cultura iberoamericana y aun de la española de los últimos siglos.
Hasta el gran Miguel de Unamuno llegó a decir: '¡Que inventen ellos!'
[...] Yo le hubiera dicho: 'Perdone usted, don Miguel, pero si inventan ellos, mandan ellos'. No es moralmente lícito hurtarnos a la vida en ningún campo." [3. Pág 26]

En las décadas de 1950 y 1960, fundamentalmente, y por extensión hasta la de 1970, era posible encontrar en Uruguay una riquísima mano de obra especializada proveniente de la Europa de posguerra. Albañiles, carpinteros, herreros y soldadores hacían maravillas con sus destrezas. Españoles, italianos, yugoslavos, rusos y griegos, entre otros, integraban ese conglomerado que aportaba sus saberes desde culturas de extensa tradición.
Dieste valoró la importancia de ese saber, lo supo convocar y con su apoyo formó equipos capaces de magnificar las cualidades del simple ladrillo, dando forma a sugestivas superficies laminares, de usos y dimensiones insospechadas, alcanzando a salvar luces de hasta 50 metros con las bóvedas de doble curvatura.
Apoyado en esa artesanía humana que tanto admiraba y reconocía, su inquietud creativa lo llevó también a inventar varios equipos mecánicos, como el dispositivo para precomprimir las cáscaras [2. Pág 250], o un sistema de pilotaje mediante perforación y llenado posterior con hormigón armado [2. Pág 254]. El sistema hacía posible perforar con inclinaciones de hasta 45 grados, lo que permitía absorber solicitaciones con componentes horizontales en la obra a cimentar en terrenos arcillosos.



Dispositivo para izamiento de estructura. ANCAP, 1953

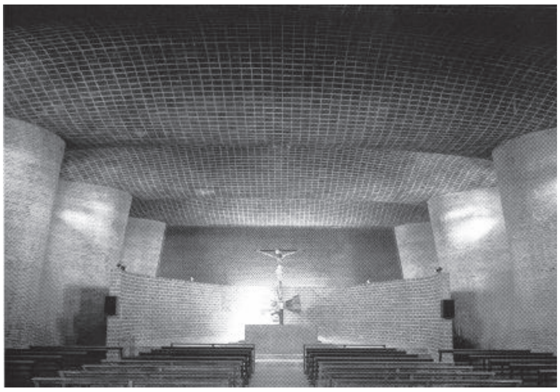
EXIMIO CREATIVO, HIZO UN SINGULAR APORTE ARTÍSTICO EN SUS INNOVADORAS OBRAS UTILIZANDO LA CERÁMICA ARMADA

"El arte es [...] la expresión, misteriosa hasta por lo arbitrario de los medios elegidos, de la conciencia, cuando muy intensa siempre fugaz, del ser del hombre y del mundo, del revés de la trama... que coincide con el derecho." [2. Pág 277]

En las formas del arte (arquitectura, escultura, cine, artes escénicas) donde el espacio y el volumen coexisten, la luz tiene un protagonismo vital en el logro del artista. Y es a través de sus señales que se estimulan los sentidos y surgen los significados que hacen de la propuesta una obra de arte. Los trabajos de cerámica armada de Dieste, además de cumplir su función específica adquieren la singular relevancia de una obra de arte gracias a un genial uso de la luz natural.

Dieste fue un poeta del equilibrio de la materia

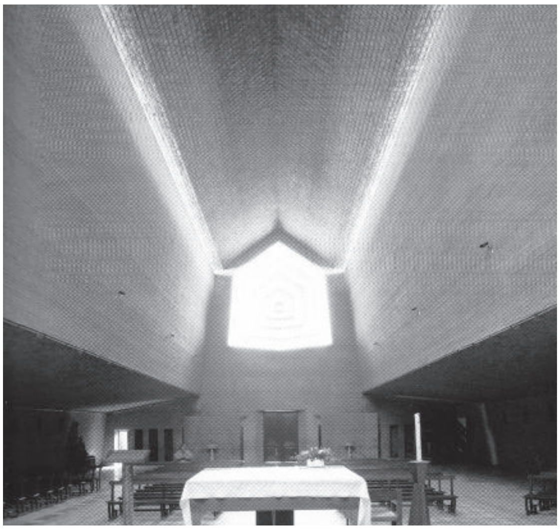
Como eximio creativo encontró en la cerámica armada la herramienta capaz de liberar su imaginación de las tradicionales estructuras planas y aventurarse en una apasionada incursión en el espacio, proponiendo mediante la forma como protagonista, la razón de ser del comportamiento estructural.



Iglesia de Cristo Obrero, Atlántida

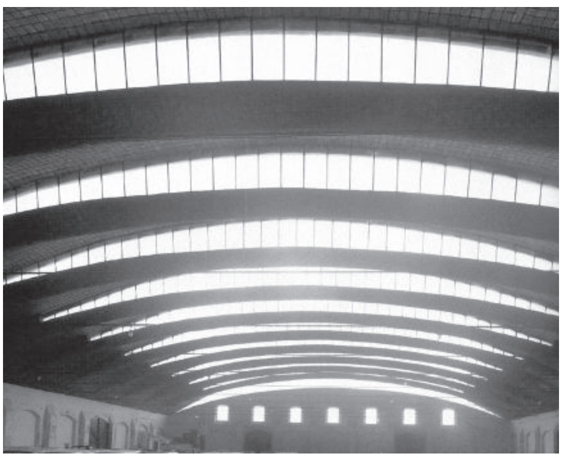
En esta obra el maestro logra un sugestivo impacto mediante haces de luz que, ingresando del espacio exterior, enfatizan lo esencial del recinto, posibilitando un particular estado de introspección y aislamiento meditativo.
Al mismo tiempo, el ritmo ondulante que predo-

mina y las variaciones tonales que emanan de las superficies sugieren un flujo permanente, una especie de continuidad vital que sugiere una visión cósmica, como la de las olas de los océanos, generadores de toda forma de vida en nuestro planeta.



Iglesia de San Pedro, Durazno

Las destacadas e intensas líneas paralelas que a partir del encuentro de dos planos casi perpendiculares se proyectan hacia el altar, así como la luz que ingresa por el coronamiento de ambos muros con el techo, establecen un diálogo entre el altar y el rosetón de fachada.
El haz de luz que proyecta y duplica la figura del Cristo en el altar, y la presencia del rosetón que tamiza la luz exterior, son el anverso y el reverso del ámbito de reflexión, acentuando con la simplicidad del recurso el clima de introspección necesario.
Destaco el minimalismo formal de ambas creaciones y la coherencia de los elementos estructurales utilizados en ambos casos. Si bien la cerámica armada está presente en las dos obras, en una son las superficies curvas las determinantes y en otra son superficies planas las que dan forma al espacio.

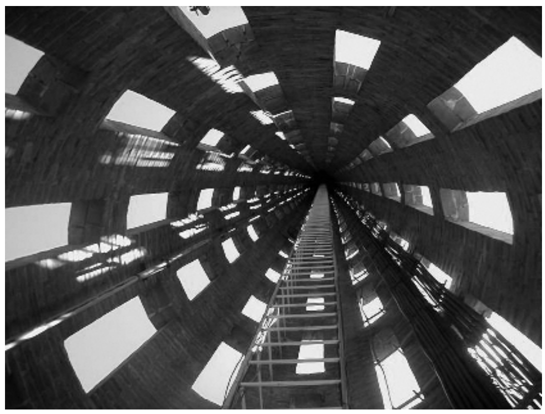


Depósito Julio Herrera y Obes

Las luces que ingresan en la secuencia de los lucernarios producen la sensación de repetición infinita, tal como se multiplica la imagen de un cuerpo entre espejos paralelos. Esta suerte de minimalismo tiene su versión musical en “Spiegel im Spiegel” (Espejos en espejos), que el estoniano Arvo Pärt compuso en 1976, mientras Dieste construía el depósito Julio Herrera y Obes para la ANP con luces de 50 metros entre apoyos. Dieste estaba también en sintonía musical con su tiempo.



Torre de comunicaciones, Maldonado. Vista exterior



Torre de comunicaciones. Vista interior

Además del juego de luces que producen esas superficies caladas que se alzan en las ciudades respetando su entorno, las torres de Dieste, al atraer a las golondrinas ávidas de anidar en primavera, permiten visualizar sus trayectorias y escuchar el silbido del viento que se cuela entre las aberturas y produce, al variar su intensidad, alguna misteriosa melodía.

LA LECCIÓN DEL MAESTRO
Eladio Dieste fue un atento observador de su entorno y un sistemático investigador. Con su lucidez para interpretar la realidad y actuar con sensatez, abordó innumerables desafíos y los convirtió en visibles certezas.
La poesía visual que emana de sus obras desborda de metáforas que contienen la esencia de sus convicciones. Al develar sus contenidos, sentimos que nos despejamos de esas adherencias que uniformizan los sentidos y confunden, evitando así *"el gusto pervertido por la seudocultura con que nos aturden los medios masivos de comunicación". [2. Pág 219]*
Su enfoque realizador, caracterizado por una visión panorámica y convergente, destruye definitivamente esa nociva tendencia de ciertas sociedades a etiquetar y minimizar a las personas. Dieste cree fervientemente en la amplitud creativa de la inteligencia humana y en su eficacia para resolver los problemas.
En su mensaje no hay lugar para dogmatismos ni limitaciones, más allá de las que provengan del ejercicio ético en cada circunstancia y del debido respeto y la solidaridad con el prójimo.
Con su actitud nos anima e invita entusiastamente a elegir libremente los caminos que conducen al pleno logro del hombre como tal, *"caminos en los que se siente una sólida congruencia íntima". [2. Pág 218]*

[1] Para una visión profunda y certera de su vida y su obra véase Eladio Dieste, maestro de la Ingeniería, de Juan Grompone, disponible en: http://www.grompone.org/ineditos/ciencia_y_tecnologia/Dieste.pdf

[2] Tomado del libro Eladio Dieste, 1943-1996. Junta de Andalucía, 1996, ISBN 84-8095-060-9.

[3] Tomado de Eladio Dieste, maestro de la Ingeniería, de Juan Grompone.

[4] Recuento de sus obras (más de un millón de metros cuadrados construidos):

32 obras en Argentina, 27 en Brasil, cinco en España.
La totalidad de sus obras en Uruguay y el exterior comprende 120 edificios industriales, 20 tanques de agua, 11 gimnasios, 10 silos, seis iglesias, dos tomas de agua y 278 escuelas rurales.

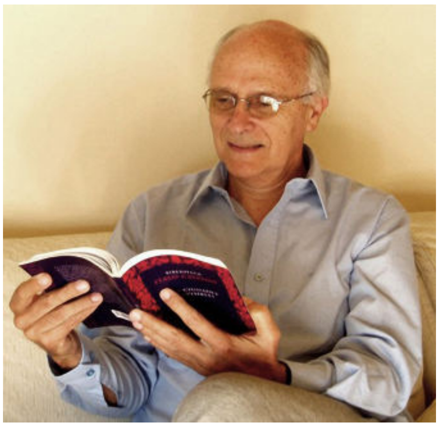
[5] Distinciones obtenidas:

- Miembro correspondiente de la Academia de Ciencias de la República Argentina
- Profesor Ad Honorem en la Facultad de Arquitectura de Montevideo y en la de Buenos Aires
- Miembro correspondiente de la Academia de Bellas Artes de Argentina
- Miembro de la Academia de Ingenieros del Uruguay
- Doctor Honoris Causa de la Universidad de la República de Uruguay
- Premio a la Obra Global en Quito
- Premio Gabriela Mistral de la OEA
- Declaración de la Iglesia de Atlántida como Patrimonio Histórico del Uruguay

[6] Reconocimientos:

- El año 2005 fue designado por el Museo de Arte Moderno de Nueva York, la Universidad de Princeton y el MIT como "el año Eladio Dieste"
- En 2006, el Día del Patrimonio en Uruguay se celebró bajo el lema "Tradición e innovación. Eladio Dieste: el señor de los ladrillos"
- En 2010 el gobierno uruguayo presentó oficialmente ante la UNESCO la obra de Eladio Dieste como candidata a ser declarada Patrimonio de la Humanidad

Corrección de texto de este artículo: Edda Fabbri.



Ing. Edgardo Verzi

Leonardo Trigo, Agustín García, Daniel Slomovitz - Laboratorio de UTE

PATRONES DE TIEMPO BASADOS EN RELOJES ATÓMICOS

RESUMEN

En este trabajo se presentan sistemas patrones basados en relojes atómicos para mantener sincronismo y estampas de tiempo aplicables a redes eléctricas de potencia. Se analiza la red de sincronismo del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y su relación con la UTC, así como la forma de brindar trazabilidad a relojes atómicos secundarios.

1) TIPOS DE RELOJES PATRONES

La actual definición de la unidad de tiempo, el segundo, está basada en los relojes atómicos de cesio. Éstos constituyen patrones primarios, pues su frecuencia es altamente estable. Por esto, la mayoría de los Laboratorios Nacionales (NMI) de los diversos países basan sus patrones de tiempo/

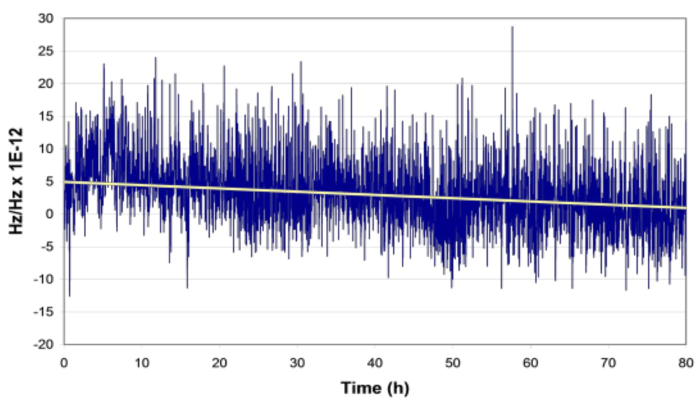


Fig. 1. Ruido y deriva de un reloj de rubidio

frecuencia en este tipo de relojes.
En un escalón más bajo, están los relojes atómicos de rubidio. No son tan estables como los de cesio, pero constituyen una alternativa más económica. Su frecuencia cambia con en el tiempo debido a fuentes de influencia internas y externas. El principal factor es la disminución del gas buffer que poseen, necesario para la operación.

Este gas reduce la velocidad de las moléculas de rubidio, reduciendo el ruido interno. El cambio de frecuencia depende de la cantidad y composición de este gas buffer y su temperatura (ver figura 1) [1]. Por otra parte, estos relojes son mucho más baratos que los relojes de cesio, y el ruido interno a corto plazo es muy bajo, en el orden 3×10-12 Hz/Hz para tiempos de integración de 100 s [2].
llamado GPSDO (oscilador disciplinado por GPS) tiene una conexión de GPS que controla el oscilador interno (generalmente oscilador de cuarzo o rubidio). En el largo plazo, este tipo de reloj no tiene deriva, ya que el sistema GPS es controlado por un gran número de relojes atómicos de cesio. Sin embargo, los GPSDOs comerciales tienen alto ruido a corto plazo (ver figura 2) [3].
Una alternativa de mediano costo consiste en articular el bajo ruido de corto plazo de los relojes de rubidio con la no deriva del sistema GPS. En [4], se muestra una descripción detallada de un sistema de este tipo desarrollado en el Laboratorio de UTE. El sistema propuesto tiene un reloj de rubidio libre, un contador universal, un control electrónico y un software que maneja el sistema. La figura 3 muestra un diagrama de bloques.

El contador mide la diferencia de fase entre las señales entregadas por el GPS y el reloj de rubidio. Sus datos se envían al ordenador, y el programa de control envía una señal de corrección al reloj de rubidio. Este sistema se utilizó como Patrón Nacional de Uruguay de Tiempo y Frecuencia hasta hace algunos años, siendo actualmente relegado a patrón de respaldo. El Patrón Nacional actual es un reloj de cesio marca Symmetricom (actualmente Microsemi), modelo 5071A [5]. Este reloj se muestra en la figura 4.

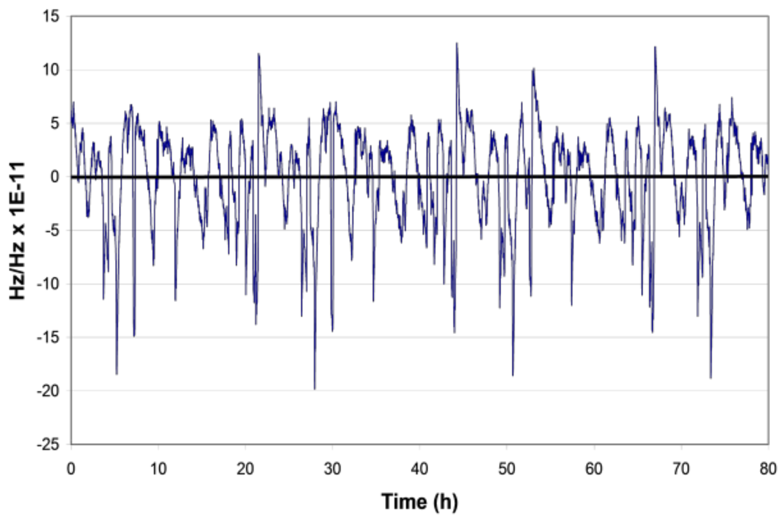


Fig. 2. Ruido de un reloj comercial de rubidio disciplinado por GPS.

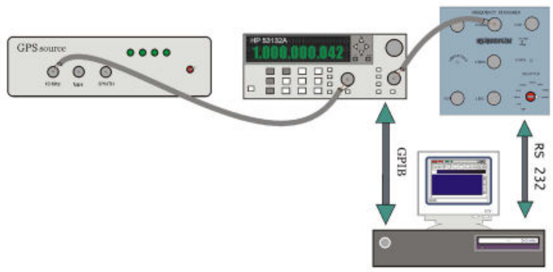


Fig. 3. Diagrama de bloques de un desarrollo de reloj de rubidio disciplinado de bajo ruido.



Fig. 4. Reloj de cesio, marca Symmetricom, modelo 5071ª.

2) SISTEMA DE INTERCOMPARACIÓN

El SIM (Sistema Interamericano de Metrología) es una organización que agrupa a los Laboratorios Nacionales de los 34 países miembros de la Organización de los Estados Americanos (OEA), que se extiende a lo largo de América del Norte, América Central, América del Sur y el Caribe. Está organizado en grupos de trabajo correspondientes a 11 diferentes áreas, siendo una de ellas Tiempo y Frecuencia. En esta área, con el fin de ayudar a desarrollar la región y promover cooperación entre los laboratorios, se construyó una red llamada SIM Time Network (SIMTN), que permite que los NMIs intercomparen sus estándares de tiempo. Para ello se distribuyó equipamiento especialmente diseñado, de fácil instalación y operación automática (ver figura 5). Los informes de los resultados se actualizan cada 10 minutos y están disponibles libremente en varias páginas de internet [6-8].

La pantalla del sistema muestra una matriz con las diferencias horaria (en nano-segundos) entre todos los participantes, actualmente 23 países. En la página web aparecen los resultados de las diferencias de tiempo entre cada par de NMIs, actualizada cada 10 minutos, además de otros parámetros que permiten realizar estudios del comportamiento de los patrones en tiempo y frecuencia a largo plazo.

En la figura 7, vemos el comportamiento de nuestro reloj de cesio comparándolo contra el patrón del NIST (USA), el cual es una escala de tiempo constituida por varios relojes de cesio.
El eje de las ordenadas está expresado en nanosegundos y el eje de las abscisas, en días Juliano Modificado, que es una forma de expresar la fecha y la hora en formato decimal. La fecha es la parte entera y la parte decimal es la hora. El periodo graficado es del 1 al 30 de octubre de 2017. En el gráfico se aprecia un desvío menor 100 ns, con dispersiones de corto plazo del orden de 10 ns.

El sistema está basado en el principio de vista común. Todos los satélites integrantes del sistema GPS poseen relojes atómicos, generalmente decesio y rubidio, para el sistema de posicionamiento. Las señales de tiempo de estos relojes están disponibles y se las aprovecha para medir diferencia de tiempo entre dos lugares (ver figura 8). El método vista común consiste en comparar el reloj del satélite (S), vía receptores GPS de los sitios de recepción (A y B) contra sus relojes patrones con la hora local.



Fig. 5. Equipamiento para intercomparación de relojes patrones de Laboratorios Nacionales del SIM.

Los dos conjuntos de datos de las mediciones son entonces intercambiados vía INTERNET y se restan entre sí para encontrar la diferencia entre los relojes A y B. La diferencia de retrasos entre los caminos (dsa y dsb) originados por las diferentes capas de la atmosfera parcialmente se descuentan dejando un pequeño residuo que forma parte de la incertidumbre de la medición. No influye el error de tiempo del GPS, dado que solo se lo utiliza para mediciones diferenciales.

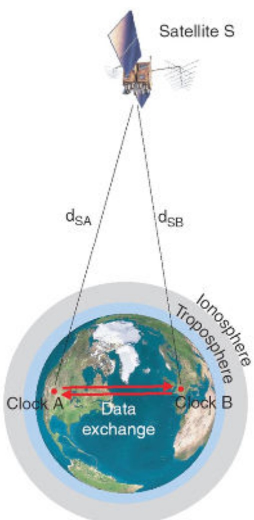


Fig. 8. Esquema del sistema de vista común, según manual del SIMNT

En el SIMNT participan todos los NMIs (ponderados según su tipo de patrón) no importando la calidad metrológica de la referencia de tiempo, a diferencia de la UTC (Tiempo Coordinado Universal). La UTC está basada en relojes atómicos de cesio individuales, escalas de tiempo (basadas en varios relojes de cesios) y desarrollos específicos realizados por los

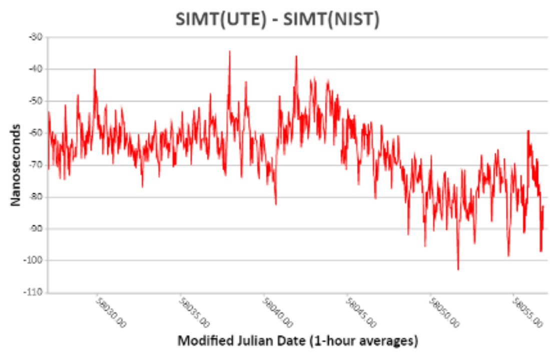


Fig. 7. Resultado de la comparación de nuestro cesio con el patrón del NIST (USA) durante 30 días.

grandes laboratorios llamados "relojes atómicos de fuente de cesio" (cesium fountain clock). Para participar en la UTC se necesita que el NMI posea al menos un reloj de cesio.

En este sistema las diferencias de tiempo de cada laboratorio respecto a la UTC se divulgan a través de la "Circular T", una vez al mes. En estos momentos, nuestro laboratorio se encuentra realizando los trámites para aportar a la UTC y de esa forma contar con ambas trazabilidades en Tiempo y Frecuencia.

Actualmente están en desarrollos las así llamadas redes inteligentes. La conversión de una red eléctrica convencional hacia una red inteligente requiere muchos cambios, entre otros la instalación de equipamiento a nivel de protecciones con sincronismo de muy alta exactitud. Es necesario conocer no solo el valor de magnitud de los voltajes en diferentes nodos de la red, alejados geográficamente, sino que también la información sobre la fase de la onda. Esto requiere la instalación de medidores de fasores (PMU) para realizar monitoreo en tiempo real y de esa forma poder tomar decisiones para mantener la estabilidad de la red eléctrica, cuando la generación distribuida cambia los aportes de potencia, o ante accidentes. A su vez, este sistema debe ser auditado asegurando su funcionamiento. Para esto, es necesario implementar medidas de diferencias de tiempo de muy alta precisión. El sistema SIMTN es una guía de cómo poder realizar dichas medidas, pudiéndose realizar un sistema similar con monitoreo on-line en los puntos críticos de la red eléctrica o para verificar la puesta a punto de subestaciones en su pasaje de tecnología convencional a redes inteligentes. Basado en que el Laboratorio de UTE cuenta con trazabilidad internacional, es posible arbitrar y detectar diferencias en los puntos de la red eléctrica con estampas de tiempo y sobre todo en puntos de interconexión con países vecinos.

PÉRDIDAS INSTANTÁNEAS EN POSTENSADO

En este artículo se comentarán las pérdidas de carácter instantáneo, más específicamente el caso del rozamiento por desviaciones accidentales del cable (parásito) y la penetración de las cuñas de anclaje. Es en estos temas donde se puede tener mayor incidencia desde el punto de vista constructivo, ya que dependen en parte del proceso de colocación de las armaduras y de la operación de postensado.

PERDIDAS POR ROZAMIENTO PARASITO

La normativa en general utiliza la siguiente expresión para las pérdidas por rozamiento.

P=P0×(1-e^(-(μα+kx)))

Donde P0 es la fuerza aplicada en el anclaje, α la variación angular acumulada y x la posición dentro del trazado del cable.
Con respecto a los parámetros k y μ, coeficiente de fricción accidental y coeficiente de fricción en curva entre el cable y el elemento que lo contiene respectivamente, surgen variantes según los distintos tipos de postensado, incluso hay diferencias de una Norma a otra por tratarse de valores empíricos.

Postensado multitorón

La Norma CIRSOC plantea los valores que muestra la Tabla 1

Por otro lado la Norma EHE es más específica, a destacar.
- Explicita la relación entre los dos coeficientes a partir del diámetro del conducto. Cuanto mayor sea este último valor menor incidencia va a tener el rozamiento parásito dada la menor flexibilidad de la vaina.
- Para el coeficiente μ contempla la opción de una lubricación ligera. Esta práctica es muy común en Europa y está empezando a difundirse en nuestro País, y consiste en la aplicación durante el enhebrado de los cables de un aceite hidrosoluble, que puede ser fácilmente retirado con agua y aire durante la operación de limpieza previa a la inyección. Los valores se detallan en las tablas 2 y 3.

El enhebrado de los cables es un aspecto importante, ya que si se entrelazan el uno con el otro se puede producir un rozamiento no deseado entre ellos.

Coeficiente ∝		
Disposiciηn de las armaduras en las vainas		Alambres o cordones trefilados
Tendηn formado por varios elementos agrupados en una misma vaina de acero sin tratamiento superficial	Sin lubricar	0,21
	Con lubricaciηn ligera	0,18

Tabla 2

	k	μ
Cordones de 7 alambres inyectados en vainas metɔlicas	0,0016-0,0066	0,15-0,25

Tabla 1

Di⊐metro i nterior del conducto (mm)	30 4	0	50 6	0	>60
k/μ	0,016	0,012	0,009	0,007	0,006

Tabla 3

Esto se evita utilizando un accesorio tipo "bala" (Figura 1) en la punta del cable durante el enhebrado. Su tamaño puede ser variado dependiendo del tipo de procedimiento constructivo; por ejemplo puede utilizarse un puntero de acero equipado con una cuña dentro. Al tirar del cable el movimiento del mismo dentro del puntero hará que quede mordido por la cuña y pueda ser arrastrado hasta su posición final.



Figura 1. Tipos de punteros para enhebrado de cables

Otro factor importante es la corrosión, que ejerce un efecto perjudicial aumentando el rozamiento entre los propios cables y con el conducto que los contiene. A la intemperie en muy poco tiempo el acero ya toma un mínimo de corrosión y los coeficientes teóricos varían notoriamente.

POSTENSADO MONOTORÓN

En el caso de cables individuales envainados y engrasados los conceptos son muy similares. En la Tabla 4 se muestran los valores que recomienda la Norma CIRSOC.

Al igual que en caso anterior la norma EHE también explicita la relación entre los dos coeficientes como muestra la tabla 5.

∝	k/∝
0,05-0,07	0,006-0,01

Tabla 5

VICIOS MÁS COMUNES DE LAS PÉRDIDAS POR ROZAMIENTO PARÁSITO

Puede haber varios factores, como muestran las Figuras 2 a 4. Sin intentar abarcar todas sus formas, se describen las más comunes:

- Interferencias con armaduras pasivas. En la mayoría de los casos puede solucionarse reposicionando éstas en pos de un trazado fluido.



Figura 2. Desviación de una rama de un cable con bucle por presencia de armadura pasiva

	k	μ
Cordones de 7 alambres no adherentes pre engrasados	0,0010-0,0066	0,05-0,15

Tabla 4

Es natural que el cambio más radical con respecto al multitorón se dé en el rango de ⍰, dado que constructivamente componer el trazado es similar, sin embargo la lubricación de la grasa influye notoriamente en el coeficiente de rozamiento.

- Falta de elementos de posicionamiento, que hagan que el cable se deforme de su trayectoria, tanto por su peso propio o trabajos posteriores (por ejemplo el riesgo de ser pisados durante el hormigonado)



Figura 3. Trazado con falta de elementos de posicionamiento

- Encuentro entre el anclaje y el cable, cuando la tangente de la llegada del trazado no coincide con la inclinación de la trompeta, produciendo un quiebre brusco. Debe tenerse especial cuidado en el sellado entre el caño de transición del anclaje y el de la vaina que contiene el o los cables, ya que puede introducirse lechada y entorpecer el movimiento durante el tensado. (Este fenómeno puede extenderse a toda la longitud del trazado,



Figura 4. Desviación de la tangente del trazado con respecto al anclaje

por lo que es necesario reparar cualquier punto por donde pueda colarse hormigón, simplemente con la conocida cinta "pato").

- Quiebres en los cables. Si se detecta cualquier quiebre el corte entero debe ser descartado o reutilizado en la longitud que no presente defectos.

Estos fenómenos se hacen más evidentes en la práctica de postensado de cables con bucle (Figuras 2 y 5). Dos trazados independientes pueden pasar a estar vinculados mediante un zunchado, sustituyendo así a los anclajes pasivos. Para que el sistema funcione correctamente se debe realizar el tensado simultáneamente desde los dos extremos con el mismo circuito de aceite, y en consecuencia las deformaciones deberían tener variaciones mínimas si los trazados son iguales. Sin embargo si uno de ellos contiene alguna desviación no prevista se apreciarán diferencias que pueden llegar a ser de hasta el 100%, por ejemplo en el caso de una entrada de lechada por la junta del anclaje.

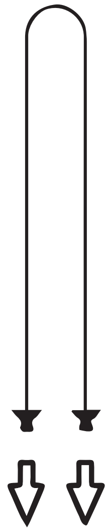


Figura 5. Esquema de cable con bucle

PERDIDAS POR PENETRACION DE CUÑAS

Durante la transferencia de carga entre el elemento que aplica la tensión y la pieza, los cables se retraen hasta que son "mordidos" por las cuñas. Este fenómeno está condicionado además por el propio rozamiento, que en este caso actúa en sentido inverso impidiendo que el cable penetre dentro de la vaina. Las Normas toman para el cálculo la siguiente expresión:

$$\Delta P \quad \frac{a}{L} E_p A_p$$

Donde a es la penetración de la cuña, L la longitud de influencia de la penetración, EP es el módulo de elasticidad del acero y AP la sección del cable. Los valores de "a" los brinda cada fabricante de equipos de tensado: Estudios brindados por el Ing. Gonzalo Larrembebere, arrojaron valores de 6mm para cables de 0,5". Por otro lado he realizado algunas pruebas del fenómeno en sitio, con armadura pasiva adherente de 0,6" en tendones de 7 y 9 cables; los resultados se expresan en la Tabla 6.

Valores de penetración de acuñas en mm

Valores de penetraciηn de acuʊas en mm	Tendηn 1 9	
	Tendηn 2 1	1
	Tendηn 3 8	
	Tendηn 4 1	0
	Tendηn 5 1	1
	Tendηn 6	9

Tabla 6

Ambos coincidimos en que éstas diferencias pueden explicarse por la variedad de sistemas de clavado de cuñas que disponen los gatos de los distintos fabricantes. Intuitivamente se puede concluir que este sistema de anclaje es viable para cables de recorrido largo, tomando en cuenta un estiramiento tipo del acero de 7 mm/m.

El valor de L puede obtenerse fácilmente calculando el área de la Figura 6, tomando como simplificación un modelo lineal.

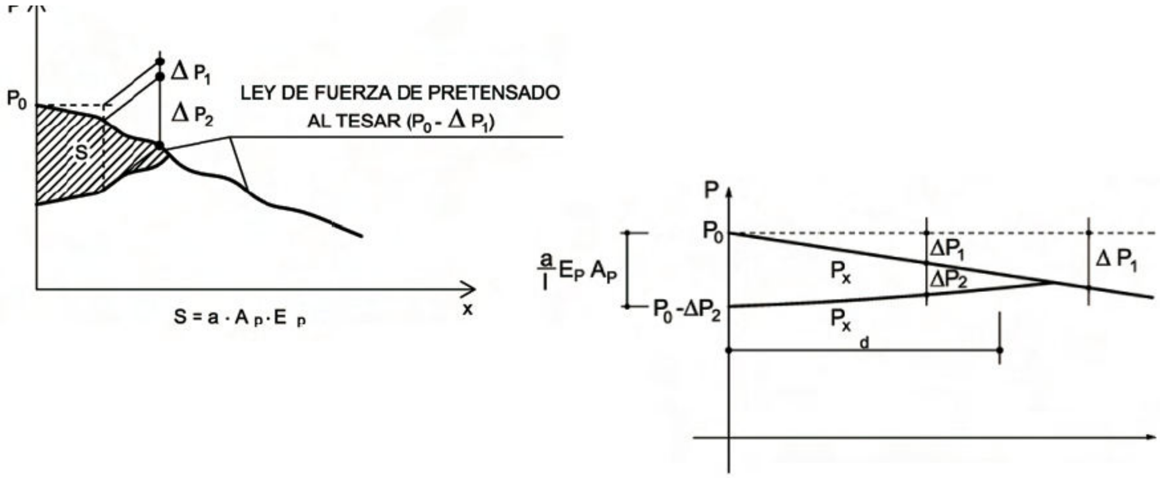


Figura 6. Gráficos de interacción entre el rozamiento y la penetración de cuñas (Fuente. Norma EHE/ Hormigón Pretensado - Alfonso Cobo Escamilla, Luis Felipe Rodríguez Martín)

Factores a tener en cuenta para un adecuado anclaje

- Funcionamiento interno del gato. Los gatos cuentan con un sistema hidráulico de clavado de cuñas; un pistón empuja una placa que corre las cuñas hasta que muerden los cables previamente a liberar la tensión.
- El cable debe estar libre de óxido y cualquier partícula extraña que perjudique un correcto anclaje, tanto en la pieza a tensar como en el sistema de arrastre del gato. En el caso de cables engrasados la vaina debe interrumpirse antes de la zona de mordido de la cuña, se recomienda a la mitad del largo del trompetín (Figura 7)

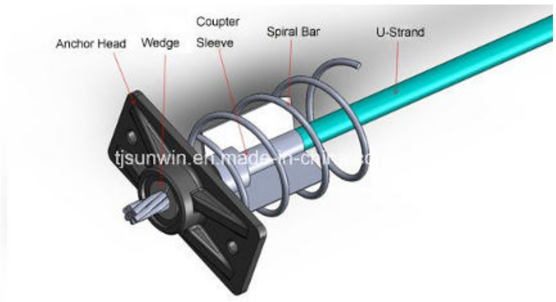


Figura 7. Esquema de anclaje monotorón engrasado envainado (Fuente: Tianjin Sunwin Prestressed Technique Co., Ltd)

- La cuña se forma a partir de tres elementos unidos a través de un alambre. Es común que durante la colocación, si se hace con mucha fuerza, este alambre se dañe y provoque un acuñado desparejo por desplazamientos desiguales entre elementos.



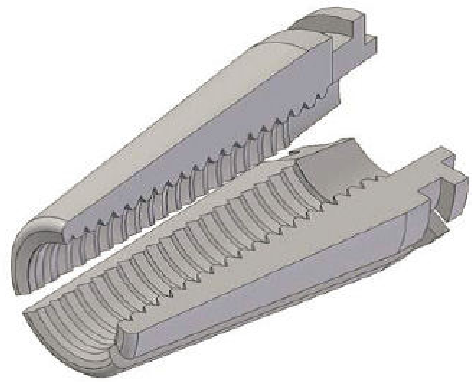


Figura 8. Falla en el mordido de la cuña en el cable

AGRADECIMIENTOS

Agradezco especialmente a los colegas Ing. Gonzalo Larrambebere e Ing. Alberto Ponce por su invaluable aporte a este estudio.

PUENTE SOLUCIONES FINANCIERAS

La Asociación de Ingenieros recibió en el mes de Octubre al equipo de Puente quien realizó una presentación institucional y habló respecto de su visión del mercado. Puente, fundada en 1915, es una entidad líder del Cono Sur que emplea a más de 400 personas en sus oficinas de Uruguay, Argentina, Paraguay y Reino Unido. Con más de $4.000 millones de activos bajo administración, Puente desarrolla estrategias de inversión personalizadas para sus inversores que incluyen individuos, gobiernos, corporaciones e instituciones.

Además de contar con un extenso equipo comercial en el segmento individuos, Puente es uno de los mayores operadores del mercado uruguayo, siendo miembro de la Bolsa de Valores de Montevideo y de BEVSA. Puente es también muy activo en el mercado de capitales, ayudando a estructurar deuda y participando activamente en más de un centenar de emisiones corporativas y gubernamentales en la región. La compañía posee el soporte de un equipo de Research internacional y regional, que apoya la gestión comercial y guía en la formulación de propuestas de inversión a medida de las necesidades del inversor.

En su presentación, el equipo de Research de Puente señaló que después de tres trimestres de desempeño sostenido, los activos con riesgo presentan un retorno acumulado significativo, tanto en renta fija como renta variable. En mercados desarrollados, el S&P 500 ya marca un crecimiento total del 17% mientras que el MSCI Europe presenta un alza de 21% en dólares. En el caso de los mercados emergentes, el índice sube un 30% en dólares, liderado por China (55%) y Brasil (20%), entre los BRIC.

Bajo el impulso de una política monetaria gradualista en los Estados Unidos, la renta fija también ha tenido un comportamiento positivo, con una contracción de spreads que incluye a bonos con altos rendimientos, bonos corporativos y emergentes (particularmente estos últimos en divisa local). Esta situación plantea un dilema para el inversor: Por un lado, surge la pregunta de si es hora de posicionarse defensivamente y por el otro, si sería prudente tomar ganancias.

En relación a la opción de modificar la posición actual para ir hacia un esquema más defensivo, la realidad es que las economías globales continúan creciendo a un ritmo sostenido -medio punto más fuerte que en 2016-, y existe además una sincronización en esta evolución, con Europa y Japón acompañando a Estados Unidos. Los países emergentes también se han recuperado, con fuerte crecimiento en Argentina y una estabilización incipiente en Brasil. Cabe destacar que si bien China ha mostrado una desaceleración del crecimiento, esta ha sido moderada y se ha evitado un hard landing (caída brusca). A pesar del anuncio del inicio de la normalización de la hoja de balance, los bancos centrales de los principales bloques de países desarrollados (BCE, BOJ) aún mantienen un sesgo expansivo y la liquidez global se mantiene a niveles elevados. La falta de tracción inflacionaria en Estados Unidos impone un dilema a la Fed en cuanto a la gestión del gradualismo monetario y ha extendido la percepción del mercado de que el “lower for longer” aún tiene recorrido. Esto se evidencia en la discrepancia entre las subas de tasas sugeridas por la Fed y las que el mercado está incorporando en los futuros. Por último, si bien las valuaciones de las acciones están por encima de su media histórica -fundamentalmente en Estados Unidos-, este año las subas han estado impulsadas por fuertes ganancias empresariales y en menor medida por expansión de múltiplos. En Europa, por primera vez desde 2011, las ganancias han alcanzado o incluso superado las expectativas de los analistas, en medio de un exultante optimismo de inversores y consumidores. Puente cree que la sostenibilidad de este rally está más relacionada al ciclo económico que a la longevidad del mismo y, como recalcamos, éste se ha afianzado, expandiéndose geográficamente. Sin embargo, el mercado en su optimismo parece no



estar sopesando los riesgos geopolíticos, riesgos de un cambio de tono en la Fed -de la mano del recambio en su cúpula y composición-, y falta de conceso en las reformas fiscales propuestas por Trump. La materialización de cualquiera de estos riesgos, en un mercado con valuaciones elevadas, conllevaría una corrección que podría ser abrupta. Si bien compartimos la noción de que es muy temprano para cambiar de rumbo y tornarse defensivo, es sensato proteger las ganancias acumuladas y reestructurar las inversiones, posicionándose para la última etapa de un mercado alcista que ha exhibido gran longevidad, en medio de un periodo de política monetaria poco convencional. Por ello, recomendamos mantener inversiones diversificadas geográficamente y por activos, combinando las posiciones de riesgo con una porción defensiva de corto plazo y en dólares.

OPTIMISMO RENUENTE EN MEDIO DE ELEVADAS VALUACIONES

Visión Internacional

La escena internacional muestra por primera vez tras la salida de la crisis financiera de 2008 un crecimiento global sincronizado en las principales economías de los países desarrollados, con EEUU y Europa liderando la aceleración de la actividad económica, lo que se suma a la recuperación evidenciada en los países emergentes. Este movimiento se da en un contexto donde la inflación en el mundo desarrollado se encuentra contenida a

Crecimiento Global SIcronizado

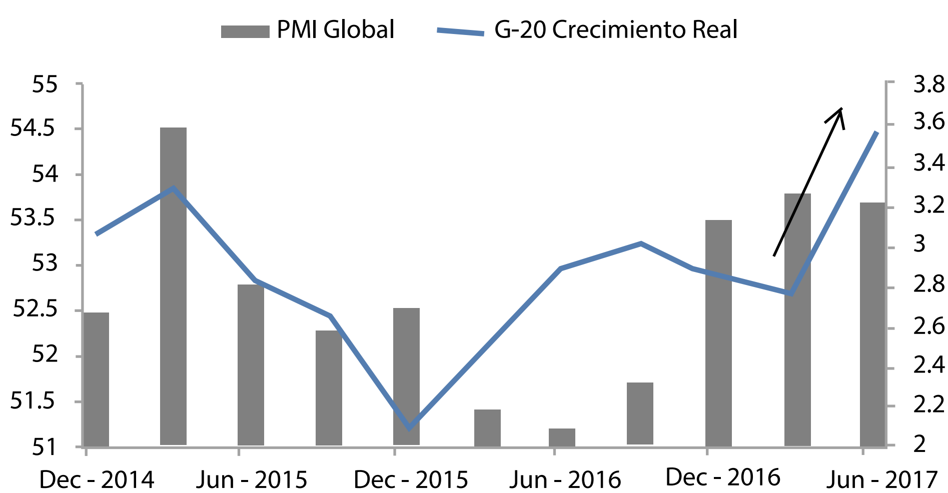


Gráfico 1: Crecimiento Global Sincronizado Fuente: Bloomberg.

Gráfico 2: Valuaciones en máximos y volatilidad en mínimos

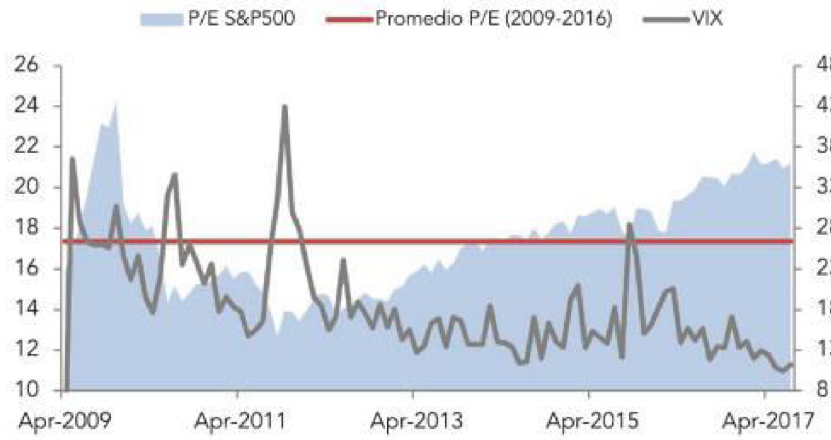


Gráfico 2: Valuaciones en máximos y volatilidad en mínimos Fuente: Bloomberg.

pesar de la importante reducción en los niveles de desempleo, lo que permite a los bancos centrales continuar concentrándose en brindar soporte a las econ mías a través de provechosas condiciones de liquidez y tasas de interés históricamente bajas que retroalimentan el proceso de crecimiento.

Como resultado de las condiciones señaladas y de las perspectivas positivas para la economía global, la mayor parte de los activos financieros se han visto beneficiados a lo largo de todo el año, mostrando consecuentemente fuertes revaluaciones. En el caso de los índices de acciones estadounidenses, han registrado un alza de 17%, el cual estuvo por encima del crecimiento de las ganancias promedio de las compañías, manifestándose en un aumento de los múltiplos. Por su parte, tanto los bonos de Alto Rendimiento como los de Mercados Emergentes han continuado reduciendo sus diferenciales de rendimiento frente a sus bonos de referencia (spreads), ubicándose cerca de sus mínimos históricos. También se ha destacado la performance de las acciones emergentes, sobre todo medidas en moneda local, teniendo en cuenta la debilidad que ha registrado el dólar y la mejora en el crecimiento de estos países.

Si bien las condiciones económicas y las perspectivas han mejorado considerablemente, no debemos olvidarnos que aún se distinguen riesgos que podrían afectar a los activos. En este sentido, las valuaciones actuales no parecen estar incorporando escenarios negativos en sus precios. Entre los potenciales drivers de riesgo, el más relevante se presenta como un posible cambio en la postura gradualista de la política monetaria de la Reserva Federal de EEUU, la cual implicaría una suba de tasas más rápida de lo que anticipa el mercado. Este movimiento podría darse a partir de dos factores: vía una aceleración en los niveles de inflación, en medio de una economía que se encuentra en una fase avanzada de su ciclo económico y/o por un cambio hacia una postura contractiva de la política monetaria. Si bien la confirmación de Jerome Powell como sucesor de Janet Yellen, marca cierta continuidad de la política monetaria gradualista, faltan por confirmar el vicepresidente de la Fed y tres nuevos gobernadores.

Otro de los riesgos es el geopolítico, con Corea del Norte, EEUU y Japón como eje principal de una

Gráfico 3: TIPS y Expectativas de Inflación



Fuente: Bloomberg, Fed de St. Louis.

disputa nuclear que hasta el momento se ha limitado a amenazas y acusaciones, pero para la cual no deben descartarse acciones militares en el futuro. Aunque más remota, también la posibilidad de que el Gobierno estadounidense no logre avanzar con la reforma impositiva, donde el mayor impacto lo sentirían las acciones norteamericanas, que ya descuentan en buena medida las expectativas de un avance de la reforma en el Congreso. En tanto, el crecimiento de movimientos independentistas como el de Cataluña o nacionalistas en varios países de Europa plantea desafíos en la región e imponen riesgos sobre la estabilidad de la Eurozona y del euro en el largo plazo.

Con precios de los activos y valuaciones en niveles elevados, sumado a riesgos que no se encuentran incorporados en los activos, y tras un año que ha entregado ganancias excepcionales en la mayoría de las clases de activos, comienzan a ganar relevancia las distintas alternativas para proteger las carteras de inversión. Enfatizamos en este sentido tres puntos importantes: i) la diversificación de portafolios, ii) la selección de activos descorrelacionados, y, iii) la gestión activa de las carteras.

La diversificación consiste en incluir en un portafolio una variedad de inversiones con el objetivo de generar distintas fuentes de retorno para los inversores. De esta forma se minimiza el impacto que un evento de riesgo o un activo en forma individual pueda tener sobre la performance total de una cartera. Para que la diversificación sea efectiva es imprescindible incorporar activos que no se encuentren correlacionados (o al menos su correlación sea baja), es decir que tiendan a moverse en una dirección distinta ante los movimientos del mercado, así como activos que se encuentren expuestos a diferentes industrias o sectores económicos.

En tanto destacamos a la gestión activa como una herramienta para encontrar opciones dentro de las distintas clases de activos que aún tengan valor en momentos donde las valuaciones se encuentran en niveles máximos, optimizando así la performance de las carteras. La gestión activa es lo opuesto al manejo pasivo, el cual se ocupa de replicar generalmente el comportamiento de un índice. Por su lado, la gestión activa a través de la selección de activos individuales o sectores donde pueda encontrarse valor, en desmedro de aquellos títulos u activos en lo que el valor de mercado supera al valor intrínseco de los mismos. Tomando en cuenta los lineamientos señalados, el panorama actual de los mercados y nuestra visión a futuro definimos nuestro posicionamiento y recomendaciones.

Se destaca como primer lineamiento la importancia de incluir activos defensivos en los portafolios, es decir, aquellos que protejan los retornos de las carteras ante situaciones inesperadas. En esta línea incluimos los Bonos del Tesoro Ajustados por Inflación (TIPS), los cuales ofrecen cobertura ante la posibilidad de que se registren sorpresas (positivas) en la inflación. Asimismo, estos activos poseen una correlación muy baja frente a las acciones, oficiando de activo de refugio en momentos de aversión al riesgo. Los bonos corporativos con Grado de Inversión complementan nuestra posición defensiva. Los mismos mantienen buenas perspectivas en un entorno económico y de liquidez bien positivo para las compañías, y a la vez brindan un rendimiento diferencial por sobre los bonos soberanos de países desarrollados, donde los bajos rendimientos actúan como el principal limitante a la hora de generar retornos.

Dentro de los sectores más riesgosos de la renta fija, preferimos vehículos diversificados, evitando grandes asignaciones al sector de high yield que presenta spreads poco atractivos para el nivel de riesgo asumido. A la hora de buscar rendimientos favorecemos a los bonos de mercados emergentes, donde encontramos la mejor relación riesgo-retorno. Entre los títulos de mercados emergentes señalamos las posiciones en Argentina particularmente, dadas su ventajosa relación riesgo-retorno.

En un entorno de valuaciones elevadas en el mercado de renta variable norteamericana, elegimos la diversificación hacia Europa y Japón, donde las valuaciones lucen más atractivas, aprovechando a su vez el contexto de tasas de interés en niveles cercanos a cero (e incluso negativas) en estas regiones.


mi nube

Ing. Pablo Thomasset Trakalo C.H. Dr. Gabriel Terra

RUBEN DAL MONTE MAESTRO CON MAYÚSCULA EN SISTEMAS ELECTRICOS DE POTENCIA



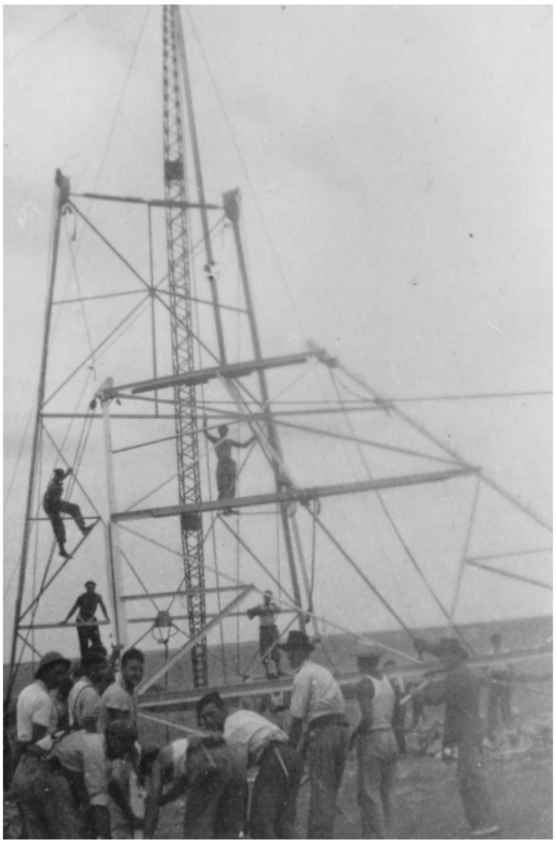
La Certificación de Competencias es el reconoci-Recordando ingenieros y técnicos notables en desarrollo de la Hidrogeneración en el Uruguay, en número anterior comenzamos con; Luis Giorgi, hoy recordamos a Rubén Dal Monte Ferrari.

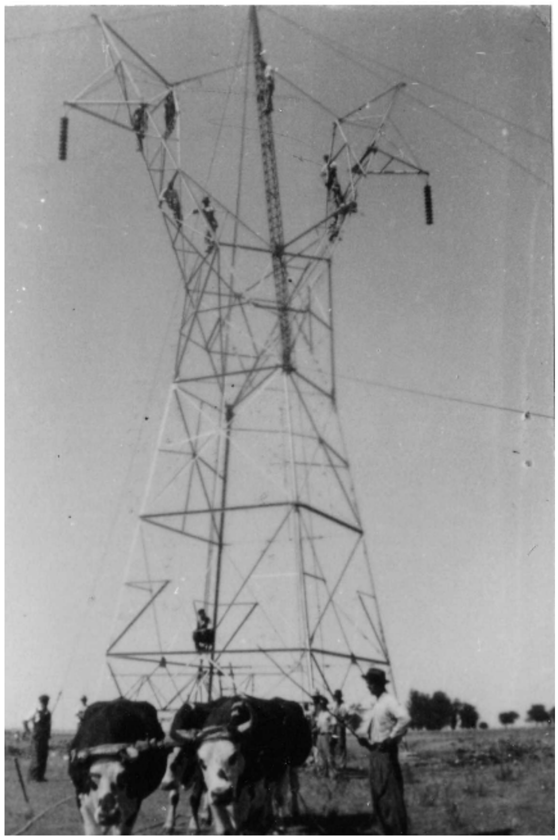
Ruben Dal Monte Ferrari 1922-2015] representa palabras mayores en ingenieria, quizas el quien mayor nivel técnico y excelencia hayan alcanzado, graduado como ingeniero industrial en 1947, ingresa como pasante ayudante de ingeniero junto con el ingeniero Luis Giorgi en LA RIONE, emerge profesionalmente desde nuestras represas, y se destaca en los EEUU, Sudamérica y el mundo, en el área de sistemas de potencia, en especialidades como como maquinas electricas, electroténia, electromecánica, alta media y baja tensión, ensayos eléctricos, regulación, control, comunicaciones, telecontrol, computación, y SCADA.

Expulsados los alemanes de la obra de Rincón del Bonete en 1942, a causa de la segunda guerra mundial, el ingeniero Luis Giorgi, director de LA RIONE envía a EEUU, a cinco jóvenes ingenieros; de Anda, Vázquez Praderi, Luis Jauge, Campistrous, Cagno, y Rezzano como jefe de misión. El objetivo era estudiar la ingeniería necesaria, visitando obras y represas, como Boneville en el Río Columbia y otras, para realizar la adaptación de los nuevos equipamientos adquiridos en los EEUU. En ese momento Ruben Dal Monte era estudiante e ingresa a LA RIONE como ayudante de ingeniero.

Don Milton Martinez, funcionario de UTE retirado, quien trabajo en el tendido original de las lineas de 150 KV entre Rincón del Bonete y Montevideo (ver fotografías), y luego en Despacho de Cargas en Melilla, nos relato que trabajo con Dal Monte y el ingeniero Victor Campistrous en el tendido de dichas lineas para LA RIONE. El tendido de la primera línea comenzó en julio de 1944, con el montaje de 780 torres.
Hoy en día las torres de transmisión se arman sobre el suelo, horizontalmente y son posicionadas con una grúa sobre la base. En una de tantas fotografías que nos facilito Milton Martinez, se ven como casí 800 torres de la linea de 150 KV eran armadas verticalemente con un par de simples plumas, aparejos de cuerda y poleas, 2 bueyes, un plumin, "mucho pulmon" y "garra" de una doncena de hombres.

Es conocida y veridica la historia, en la cual Dal Monte se encontaba trabajando en lo alto de una torre, se allega una persona caminando quien le saluda desde abajo, pero Dal Monte no puede oir sus palabras, responde el saludo con la mano, y continua trabajando, sin percatarse de que quien estaba en el suelo era Director de UTE, quien viajo desde Montevideo, y seguramente esperaba un afable saludo del proyectista de la primer linea de alta tensión (161 KV) del Uruguay.





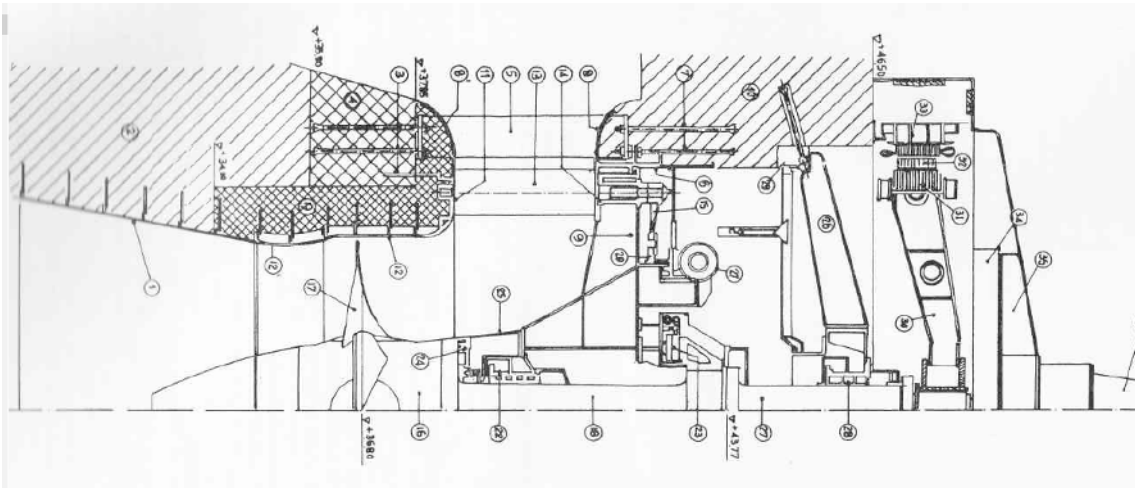
En 1959 Uruguay y en particular el Río Negro sufrio la peor inundación en la historia conocida del Río Negro. La central Dr. Gabriel Terra (Rincón del Bonete) se vio desbordada, se inundo la sala de maquina, dejando indisponible la represa para generar energía por mas de un año. Las aguas tambien cubrieron la obra de la represa Rincón de Baygorria, en el comienzo del montaje de los equipamientos electrómecánicos (generador y turbina). No tenemos datos registros respecto a la actuación de Don Rubén en la misma, siendo ya jefe de proyectos por el contralor de Obra de UTE en Baygorria, pero seguramente fue con la seriedad y aplomo que le caracterizaba, si es que la tuvo. En esos momentos, años 1959, 60 y 61, Dal Monte estaba ocupado y apremiado, junto a los ingenieros de Siemens, en poner en marcha las maquinas de Baygorria lo antes posible, dada la indisponibilidad de Bonete para generar energía para alimentar la ciudad de Montevideo.

Al finalizar la obra de Baygorria Dal Monte emigra a los Estados Unidos, para ingresas a la consultora Harza Enginnering de Chicago. La consultora Harza fue quien en 1943 realizará el proyecto de adaptación de las turbinas y generadores General Electric comprados en los Estados Unidos, para poder hacerles funcionar en la finalizada obra civil construida por la Casa Siemens Baunnion de Alemania. La consultora Harza de Chicago fue una exigencia de la banca y el Departamente de Estado de los EEUU, para el otorgamiento del prestamo y aval bancario que permitio a La RIONE adquirir los generadores y turbinas de Rincón del Bonete, en pleno desarrollo de la Segunda Guerra Mundial, luego del rompimiento de relaciones entre Uruguay y Alemania en 1942.

El fundador de la consultora Harza, Leroy Francis Harza, experiente consultor en ingenieria de proyectos de potencia y controles de obra, fue el primer ingeniero 100% independiente de las empresas contratistas, asegurando a los contratantes, empresas públicas, una mejor calidad de los proyectos. En la decada del 1930 Harza llego a tener 200 empleados, los que pasaron al servicio militar en Segunda Guerra Mundial, quedando Harza solo con su dueño y secretaria, y sin contratos. La consultora Harza subsistio durante la guerra gracias al contrato con La RIONE en Uruguay, lo que ademas le permitio ser renonocida mundialmente y expandirse como consultor internacional.

En la consultora Harza Engineering, Dal Monte participo en numerosos proyectos de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica. Entre muchos trabajo en el proyecto, obra, puesta en marcha y operación de la represa de Gurí (10.000 MW) en Venezuela. Una de las seis mayores represas de mas de 10.000 MW de potencia en mundo. Las mas conocidas son Itaipu en Brasil con 14.000 MW, y Tres Gargantas en China con 25.000 MW.

Ya en lo Estados Unidaos, en 1968, Dal Monte se



graduo en una maestría en ingenieria electrica en el Instituto Tecnologico de Illinois. En 1969 se instala en Lombard con su famila, su esposa y siete hijos. A su retiro en 1999 se muda a South Haven, Michigan. Dal Monte es miembro de IEEE (Instituto de Ingenieros en Electricidad, Electrónica y Computación), con la categoría "IEEE Life Member", mayor grado alcanzable en la IEEE. Tambien es miembro de la Sociedad Ingenieros Profesionales de Illinois.

En 1980 Dal Monte, proyectista de Harza, fue promovido al puesto de asistente del gerente de Computación y Comunicaciones, supervisando el diseño e instalación de sistemas de control computarizados de generación, regulación y transmision/distribución.
Sin duda el ingeniero Dal Monte dejo huella en las represas del Río Negro, Rincón del Bonete/Gabriel Terra, Rincón de Baygorria, la transmisión en UTE

Muchas gracias "Don" Rubén !!

En el 2012 con motivo de la celebración del evento "IEEE Milestone 2012", premio entregado a la represa Dr. Gabriel Terra por la IEEE, la ingeniera Ventura Nunez, a traves del Ing. Miguez de IEEE, nos comunico que se encontraba en Uruguay el ingeniero Rubén Dal Monte, y gustaría visitar las represas. Habiamos conocido a Dal Monte en un curso de posgrado de optimización en el despacho de carga en los años 90, y en documentación y firma de planos, durante su notable actuación en el proyecto y obra de la represa Rincón del Baygorria. Lamentablemente el feliz encuentro fue imposible de alcanzar.

Ing. Hugo Moreno

DISERTACIÓN SOBRE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO A LO LARGO DE LA HISTORIA



Ing. Hugo Moreno

Si tuviésemos que responder a la pregunta: ¿Hemos alcanzado alguna mejora significativa en lo referente a calidad y resistencia del concreto durante el último siglo?, la respuesta parecería obvia… En más de 2000 años de historia, seguramente, hemos debido incorporar algún avance tal que nos permita sobrepasar con creces cualquier avance de nuestros predecesores.

¿Pero hasta qué punto tal afirmación es correcta?

Si nos remontamos a tiempos históricos, no existe evidencia de que los griegos usaron concreto. Sin embargo, los minoicos de Creta utilizaron un material de construcción artificial para pisos, cimientos y alcantarillas, según el libro de Robert Courland *Planeta de Concreto: La extraña y fascinante historia del material artificial más común del mundo.* Este material minoico puede no haber sido el concreto que conocemos hoy, pero fue una mezcla similar. La arcilla era un componente importante, y también se usaba una ceniza volcánica, hoy llamada pozzolana.

Pozzolana se deriva de Pozzuoli, Italia, que es el sitio del Monte Vesubio, cuya erupción destruyó la ciudad romana de Pompeya en el año 79. La misma ceniza volcánica que cubrió esa ciudad antigua y congeló a sus ciudadanos a tiempo también ayudó a los romanos a crear el primer concreto conocido en el mundo y el concreto más fuerte que jamás haya visto la humanidad.

La conexión entre Roma y el concreto es tan fuerte que incluso tomamos el nombre "concreto" de ellos. Se deriva del término latino concretus, que significa "crecer juntos", tal como se mezclan los componentes del concreto para formar un bloque sólido. Pero los romanos no se referían a su concreto como "concretus". De hecho, llamaron erróneamente a su concreto Caementis, que significa "cosas rocosas" y que es como hoy día llamamos al "cemento".

Los antiguos romanos elaboraban el concreto de forma muy parecida a como lo hacemos hoy. Elaboraba cemento mezclando caliza con agua. Para espesar la mezcla, agregaron puzolana volcánica, rocas molidas y arena. En un estado semi-licuado, la mezcla se vertió en moldes de madera tallada para crear piezas de concreto lisas y resistentes.

Los romanos usaron concreto para construir rampas, terrazas y caminos. Verter la mezcla en moldes les permitió construir bóvedas, cúpulas y los arcos de los grandes acueductos del imperio. En el siglo II AC, los romanos comenzaron a hacer muros de concreto y los recubrieron con mampostería de ladrillo, lo que hicieron por dos razones. Primero, los antiguos romanos prefirieron la estética del ladrillo a la losa gris del concreto sin adornos. Segundo,

después del Gran incendio de Roma en 64 DC que destruyó 10 de los 14 distritos de la ciudad, se reveló que el hormigón era resistente al fuego, aunque no a prueba de fuego. El ladrillo exterior ayudó en ese sentido.

Lo que hace que el concreto romano sea tan impresionante es su capacidad para resistir la intemperie, sobrevivir a los terremotos y resistir las olas en el mar. Considera uno de los primeros grandes proyectos romanos.
El ascenso de Concrete a la prominencia dentro del Imperio comenzó con la audaz hazaña de ingeniería del puerto de Sebastos, en Cesárea, Israel. El año fue el año 23 a. C., una época en que el concreto seguía siendo un material en gran parte no probado. El rey Herodes de Judea, cuya tierra era un territorio del Imperio Romano, quería mejorar la economía de su reino. ¿Qué mejor manera que construir un puerto en las orillas del mar Mediterráneo? Fue la prueba perfecta de la resistencia del concreto.

La construcción del puerto tomó ocho años. El resultado fue uno de los puertos más grandes del mundo, segundo solo al de Alejandría en Egipto. Los muelles y las paredes de mar eran de concreto puro, probablemente bajados al agua con una grúa. Los buzos, conteniendo la respiración, fueron al Mediterráneo para hacer ajustes en el posicionamiento de las estructuras. Una vez alineados correctamente, se aplastó cada pieza pesada de concreto. La ciudad de Cesárea terminó la construcción cinco años después de que se completó el puerto, y el pujante puerto le ganó al rey Herodes el título de "Herodes el Grande".

Más de 2,000 años después, el puerto de concreto aún está intacto. Simplemente no puedes verlo desde la tierra. El puerto de Sebastos fue construido directamente encima de una falla. Los terremotos lo golpearon a lo largo de los siglos, haciendo que los muelles y las paredes de mar se sumergieran lentamente bajo el mediterráneo, pero el puerto de Sebastos fue solo el comienzo. Los romanos continuarían erigiendo algunas de las estructuras de hormigón más famosas del mundo.

Hoy día, son muchas las consideraciones que debemos tomar a fin de las proveer condiciones adecuadas de durabilidad y satisfacer así la vida útil esperada de la estructura inmersa en un ambiente tan agresivo como lo es el entorno marino. En estos ambientes, los elementos de concreto estructural, se encuentran expuestos de diferentes maneras a la acción del agua salada. Los efectos de tal exposición varían con el tipo de contacto entre la estructura y el agua, bien sea continuo o cíclico, debido a la presencia de corrientes, oleaje y régimen de mareas, entre otros factores. El deterioro de estos elementos durante la vida operativa de la estructura y su reparación para restaurar sus condiciones iniciales o para repotenciar la estructura se ha convertido hoy en un desafío exigente tanto para el diseñador como para los propietarios y operadores de las instalaciones portuarias. En construcciones modernas, los problemas de durabilidad suelen ocurrir cuando se aplican materiales de baja calidad o cuando se especifican mezclas de concreto inadecuadas que no previenen los problemas de durabilidad.
Vale la pena en recordar algunas medidas prácticas que pueden utilizarse para mejorar la durabilidad



Diagrama del Puerto de Sebastos, Israel



Perforación de una muestra de una antigua estructura de concreto romana en Portus Cosanus, Toscana, en 2003.

del concreto marino hoy día, que, si bien puede variar dependiendo el proyecto, tienen que ver principalmente con la Selección correcta de los agregados, el diseño de la mezcla final y los pasos de colocación del mismo.

• ***Primeramente, en cuanto a los agregados:*** todos los agregados deberían cumplir con las normas ASTM C33 y adicionalmente se debe tener la precaución de protegerlos, previo a su uso, de altas temperaturas y asegurar que su composición este libre principalmente de cloruros. Muy especialmente se recomienda evitar el uso de arena marina y en caso de no poder hacer a menos, asegurarse usar agua pura para lavarla, comprobando igualmente la ausencia de cloruros, lo cual puede lograrse con un ensayo ASTM C1524

• ***Segundo, en lo referente a la mezcla final:*** Uno de los objetivos específicos para lograr una mezcla final compuesta sin cloruros y/o sulfatos, de buena calidad, , con componentes no reactivos, y compatibles entre sí, tiene que ver con obtener una baja permeabilidad. Dependiendo del tipo de elemento, (tabla-estacas de concreto, pilotes, prelosas, vigas, etc.) es frecuente que se recomiende lograr una resistencia a la compresión como mínimo en el orden de 40-42 MPa a los 28 días, y para concreto vaciado en sitio el rango va de 33 a 35 MPa a los 28 días. Para determinar adecuadamente la permeabilidad de la mezcla, se recurre al ensayo ASTM C1202

• ***Finalmente, en cuanto a la colocación:*** Sería desafortunado, por no decir absurdo, lograr una mezcla excelente de concreto si posteriormente en alguno de los pasos posteriores (bien sea el vaciado, la compactación o el curado) no satisfacen los protocolos orientaos a mejorar las condiciones de durabilidad. Lo recomendable es vaciar el concreto lo antes posible luego de mezclarlo. Durante la instalación de las formaletas, debe evitarse dejar en ellas elementos auxiliares metálicos (clavos, amarres, etc.) que de aflorar en el concreto endurecido, puedan posteriormente convertirse en foco de corrosión. Así mismo una buena norma consiste en evitar vibrar en exceso el concreto para evitar la segregación del agregado, o que el refuerzo pueda desplazarse. Para el acabado de la superficie del concreto el factor a tomar en cuenta, será principalmente si se continuara o no con el vaciado de más concreto sobre el elemento.

Si bien lo anterior plantea de por si no pocos retos, afortunadamente hoy día disponemos de los medios para asegurar un control de calidad satisfactorio, al menos desde el punto de vista de normativa a seguir, en comparación con el uso del concreto en la era romana.

No obstante, debemos hacer la salvedad que, en términos de longevidad, el concreto armado no es rival para lo que usaron los romanos. El refuerzo se oxida cuando cura el concreto circundante. Durante décadas, se oxida. La barra de refuerzo se expandirá lo suficiente como para poner grietas en el concreto. En general, el concreto moderno puede durar alrededor de un siglo sin reparaciones impor-

tantes o reemplazo, de acuerdo con el libro Planeta de Concreto. La impresionante resistencia a la tracción de muchas de nuestras estructuras es solo temporal, y su mantenimiento es costoso.
El agua de mar es particularmente dañina para las barras de refuerzo, ya que la sal corroerá el acero en solo cinco décadas. El agua puede filtrarse naturalmente como pequeños agujeros y, eventualmente, se forman pequeñas grietas en una estructura de concreto. Los ciclos de congelación y descongelamiento también dejan grietas en los caminos de concreto, y mientras se disemina la sal, esto detendrá la formación de hielo y dañará las barras de refuerzo del mismo modo que el agua de mar. Si solo pudiéramos replicar el concreto romano del puerto de Sebastos entonces, a mi modo de ver, podríamos afirmar, sin lugar a duda, que hemos alcanzado una mejora sustancial en la tecnología del concreto con respecto a nuestros predecesores.

Un informe reciente sugiere que es posible. Sabemos que la ceniza volcánica pozzolana era fundamental para la fortaleza del antiguo concreto romano, aunque todavía no hemos reconstruido la receta completa. En julio, los investigadores anunciaron que usarían ceniza volcánica similar en la costa de California en un intento por resolver el antiguo misterio. El objetivo es hacer ingeniería inversa del proceso que creó el hormigón más duradero en la historia.

El concreto romano no es solo impermeable, sino que se fortalece cuando está en contacto con el agua de mar. Se cree que los cristales microscópicos crecen en el antiguo concreto cuando se sumergen en el agua, por lo que es perfecto para estructuras como el puerto de Sebastos del antiguo Israel.

El concreto romano tiene una resistencia a la tracción más débil que el concreto armado, como se podría imaginar, pero su capacidad para soportar la erosión y la intemperie es incomparable. Una combinación de la receta secreta del concreto de Roma y las técnicas modernas de ingeniería de concreto armado podría permitir que el concreto revolucione la infraestructura y la arquitectura una vez más.



Ing. Martín Amorena

LA ENSEÑANZA DE GRADO EN FACULTAD DE INGENIERÍA

En el presente artículo se presentar el resultado del análisis organizacional de la enseñanza de grado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República. El tema es complejo pero se simplificó para permitir la comprensión de quienes están alejados de las actividades de gestión universitaria. La función de enseñanza de la Facultad de Ingeniería la realizan los docentes organizados en Institutos, Departamentos y Secciones capacitando a los estudiantes para adquirir los conocimientos necesarios en cada carrera. Las carreras de grado que se dictan y que otorgan título de nivel de Ingeniería son las siguientes:

- Agrimensura
- Ingeniería Civil
- Ingeniería de Alimentos
- Ingeniería de Producción
- Ingeniería Eléctrica
- Ingeniería Computación
- Ingeniería Forestal (en proceso de implementación)
- Ingeniería Industrial Mecánica
- Ingeniería Naval
- Ingeniería Química

¿Cuáles son los clientes del proceso de enseñanza de grado? Aquí identificamos tres tipos de clientes con necesidades diferentes. Se identifica al estudiante como cliente principal y directo, siendo el que disfruta o sufre las consecuencias del proceso. En un segundo nivel, podemos identificar como clientes indirectos a la sociedad y al sector productivo que se benefician de los conocimientos recibidos por los estudiantes y aquí no nos restringirnos solo al país ya que muchos se van a ejercer sus conocimientos a otros países (titulados o no). Por último debemos mencionar otro tipo de cliente que es la comunidad científica que se beneficia del proceso de enseñanza, por aquello de que el proceso es de "enseñanza-aprendizaje" y la experiencia docente enriquece los recursos docentes participantes permitiendo la ampliación y mejora del conocimiento en cada área. Estos tres tipos de clientes se encuentran representados en los órdenes estudiantil, egresado y docente, participando del cogobierno de la institución. En particular para el proceso de enseñanza de grado, la voz de los distintos clientes se canaliza por medio de cada Comisión de Carrera. Las principales funciones docentes enseñanza, extensión e investigación, se alinean a estos 3 tipos de clientes de cualquier universidad: los estudiantes, la sociedad y la comunidad científica. De cada función docente se benefician los tres tipos de clientes en diferente medida y debemos contemplarlos a todos pero es muy importante conocer cuál es el cliente principal de cada función (o proceso) a efectos de permitir la priorización de sus necesidades con respecto de otros colectivos.

El cogobierno es un buen instrumento de gestión con representación de las partes interesadas. Si bien no es objeto del presente estudio, conviene mencionar que la existencia de este instrumento no quiere decir que no existan dificultades de funcionamiento (coyunturales o estructurales). A modo de ejemplo comento un par de circunstancias que conspiran contra un mejor funcionamiento del cogobierno:

La calidad del tiempo dedicado. ¿Qué lugar ocupa el cogobierno en la función del delegado? La respuesta implica que el delegado asigna a la tarea su tiempo principal o su tiempo marginal. Estas actividades no son remuneradas (conspirando con la calidad del tiempo dedicado), pero para los delegados del orden docente se reconocen como parte de su dedicación horaria (que es remunerada).

La asimetría de la información que manejan los diferentes órdenes al momento de tratar cada tema.

Por eso entendemos que el cogobierno es un buen instrumento pero que aún tiene aspectos para mejorar.

Analizaremos como es la organización interna de la Facultad de Ingeniería para brindar a los estudiantes, los conocimientos necesarios para cada carrera. El órgano resolutivo es el Consejo de la Facultad

de Ingeniería pero se destaca el aporte de las Comisiones de Carrera y de las Comisiones de Instituto. Como los tres órdenes (docente, egresados y estudiantes) están representados tanto en el consejo como en las comisiones, podemos considerar que el cogobierno está bien establecido en la planificación y dictado de las carreras de grado. Esto asegura que, en general, se aprueben sin modificaciones las propuestas que se elevan desde las comisiones mencionadas.
Cada carrera tiene una “Comisión de Carrera” que es responsable de asegurar la vigencia del Plan de Estudios, actualizar los conocimientos obligatorios y opcionales, así como su valoración medida como “carga de trabajo para el estudiante”. La unidad de medida del esfuerzo del estudiante es el “crédito” que equivale a 15 horas de trabajo estudiantil que se otorga una vez aprobada la actividad. La titulación de las carreras de ingeniería está estructurada para cursar en 5 años y requieren de la aprobación de 450 créditos, que se deben obtener entre las asignaturas obligatorias y opcionales. La Comisión de Carrera establece los requisitos de como “debe ser” la carrera y a modo de ejemplo, lo podemos asemejar como la función que realiza el Poder Legislativo en el Gobierno del País.
Si bien comenzamos el estudio con una lista de 10 carreras de ingeniería pero vamos a analizar 9 (ya que una está en proceso de implantación) y al momento de mencionar las Comisiones de Carrera nos encontramos que existen solo 8 comisiones. Los intereses de los colectivos con referencia de las carreras de grado de Ingeniería Industrial Mecánica e Ingeniería Naval se canalizan por medio de una sola comisión de carrera. Las Comisiones de Carrera se crean con la finalidad de establecer un ámbito específico de cogobierno que se encargue de los temas específicos de la carrera y que realice propuestas de mejora y fortalecimiento de la misma. Sin juzgar la integración ni el funcionamiento actual de esta comisión de carrera, es necesario resaltar que esta unión de 2 carreras en un solo ámbito genera un riesgo de falta de representatividad de los órdenes, incluyendo al Director de Carrera (por ejemplo: no hay estudiantes que cursen ambas carreras) además de que podría haber un sesgo natural de las personas en la priorización de temas y propuestas de su ámbito de conocimiento. Reitero, no se juzga el funcionamiento sino la organización de este ámbito y el riesgo potencial de perdida de representatividad para alguna de las carreras.
Cada Instituto tiene una “Comisión de Instituto” que es responsable de las actividades de enseñanza, extensión e investigación en su ámbito de conocimiento. En particular para el alcance de este estudio, es la responsable del dictado de los cursos de acuerdo a cada programa. El “dictado del curso” lo entendemos en el sentido amplio del concepto, comprendiendo el aseguramiento y control de que el curso se ejecute en tiempo y forma, se tomen las pruebas de evaluación a los estudiantes, se eleven las actas con el resultado y se realice la evaluación de los docentes de acuerdo al Sistema de Evaluación Docente en Enseñanza (SEDE). También a modo de ejemplo, lo podemos asemejar como la función que realiza el Poder Ejecutivo en el Gobierno del País.
En este “ejecutivo”, la Facultad de Ingeniería tiene 10 institutos más un departamento de posterior creación donde se incluyeron conocimientos necesarios para la formación de los ingenieros pero que (en su momento) no se consideró dentro del ámbito de ninguno de los institutos existentes. Las “unidades ejecutoras” de la enseñanza son 11 a saber

Instituto de Ingeniería Mecánica y Producción Industrial - IIMPI
Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental - IMFIA
Instituto de Estructuras y Transporte - IET
Instituto de Ingeniería Eléctrica - IIE
Instituto de Ensayo de Materiales - IEM
Instituto de Computación - INCO
Instituto de Ingeniería Química - IIQ
Instituto de Agrimensura - IA
Instituto de Física - IF
Instituto de Matemáticas y Estadísticas - Prof. Ing. Rafael Laguardia - IMERL
Departamento de Inserción Social del Ingeniero - DISI

La Facultad de Ingeniería tiene una estructura organizativa similar al modelo clásico de burocracia profesional definido por Henry Mintzberg, siendo

los institutos quienes tienen infraestructura y presupuesto que se distribuye en asignación de cargos docentes mientras las comisiones de carrera funcionan en carácter de "ad hoc" (sin infraestructura ni presupuesto). Las analogías a los poderes del estado son a efectos de permitir una rápida visualización del funcionamiento de las carreras. Las comisiones de carrera "legislan" cada carrera definiendo su contenido teórico pero son los institutos (con su comisión de instituto) quienes tienen que "ejecutar" las actividades definidas para cada carrera.

La coordinación entre las comisiones, de carrera (8) y las unidades ejecutoras (11), es absolutamente necesaria ya que lo que se define en un ámbito, tiene que ser posible de ejecutar en el otro. Por otra parte, los institutos gestionan su presupuesto

Instituto	Cursos	Estudiantes	Est./Curso	Créditos	Sigla
Instituto de Ingeniería Mecánica y Producción Industrial	53	1.789	35	530	IIMPI
Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental	29	957	33	259	IMFIA
Instituto de Estructuras y Transporte	43	1.605	37	376	IET
Instituto de Ingeniería Eléctrica	70	2.324	33	593	IIE
Instituto de Ensayo de Materiales	7	351	50	70	IEM
Instituto de Computación	88	8.963	102	802	INCO
Instituto de Ingeniería Química	34	1.625	48	339	IIQ
Instituto de Agrimensura	52	626	12	359	IA
Instituto de Física	13	5.094	392	120	IF
Instituto de Matemáticas y Estadísticas - Prof. Ing. Rafael Laguardia	21	9.596	457	231	IMERL
Departamento de Inserción Social del Ingeniero	15	1.572	157	94	DISI
Total	**425**	**34.502**	**81**	**3.773**	

Tabla N° 1. Cursos dictados por cada Instituto con la cantidad de estudiantes inscriptos y créditos.

Sigla	Cursos	%	Sigla	Estudiantes	%	Sigla	Est./Curso	Sigla	Créditos	%
INCO	88	21%	IMERL	9.596	28%	IMERL	457	INCO	802	21%
IIE	70	16%	INCO	8.963	26%	IF	392	IIE	593	16%
IIMPI	53	12%	IF	5.094	15%	DISI	157	IIMPI	530	14%
IA	52	12%	IIE	2.324	7%	INCO	102	IET	376	10%
IET	43	10%	IIMPI	1.789	5%	IEM	50	IA	359	10%
IIQ	34	8%	IIQ	1.625	5%	IIQ	48	IIQ	339	9%
IMFIA	29	7%	IET	1.605	5%	IET	37	IMFIA	259	7%
IMERL	21	5%	DISI	1.572	5%	IIMPI	35	IMERL	231	6%
DISI	15	4%	IMFIA	957	3%	IIE	33	IF	120	3%
IF	13	3%	IA	626	2%	IMFIA	33	DISI	94	2%
IEM	7	2%	IEM	351	1%	IA	12	IEM	70	2%
Total	**425**	**100%**	**Total**	**34.505**	**100%**	**Total**	**81**	**Total**	**3.773**	**100%**

Tabla N° 2. Ranking de cantidad de Cursos, Estudiantes, Estudiantes/Curso y Créditos por Instituto.

con recursos escasos y hay un conflicto de priorización de actividades entre lo que se define y lo que se puede implementar. Contribuyendo a resolver algunos de estos conflictos, la Facultad así como la Universidad, asignan presupuesto para pequeños proyectos de mejora en enseñanza (en régimen de concurso) que pretenden corregir algunos de los problemas coyunturales.

Para analizar la ejecución de la enseñanza de grado, se tomaron los datos de los cursos dictados (Bedelía de Facultad de Ingeniería) por la facultad en el año 2015 y la cantidad de créditos establecidos por cada asignatura con la cual se construye la tabla que vemos debajo.

La Tabla N° 1 nos permite analizar la diversificación de asignaturas que maneja cada instituto, la cantidad de estudiantes que atiende, el promedio de estudiantes por curso y la cantidad de créditos que otorgan los cursos que dictó el instituto.

En la Tabla N° 2 con la cantidad de cursos dictados nos da una idea de la diversidad de conocimientos que el instituto dicta a sus estudiantes destacándose el INCO, seguido por el IIE en segundo lugar y en un tercer nivel el IIMPI con el IA. La cantidad de estudiantes que atendió cada instituto y la cantidad de estudiantes promedio por curso nos ayuda a visualizar la masividad de estudiantes que gestiona cada uno. En cantidad de estudiantes se ve despegados al IMERL y el INCO, en un segundo nivel aparece el IF y en un tercer nivel el IIE. En la cantidad promedio de estudiantes por curso vemos que el IMERL y el IF aparecen despegados con el DISI y el INCO en un segundo nivel. La cantidad de créditos que otorgan los cursos dictados por el instituto nos permite percibir la contribución de cada instituto en la función de enseñanza destacándose el INCO y en un segundo nivel se encuentran el IIE y el IIMPI.

Los institutos cumplen con el dictado de los cursos que acumulan créditos para las diferentes carreras.

Carrera \ Instituto	Producción	Industrial Mecánica	Naval	Civil	Eléctrica	Agrimensura	Computación	Química	Alimentos
IIMPI	**18**	**32**	**35**	1	4	0	2	7	3
IMFIA	2	6	6	23	1	0	0	1	0
IET	0	1	1	**38**	0	3	0	0	0
IIE	3	9	9	2	**59**	0	4	1	1
IEM	1	5	3	1	0	0	0	0	0
INCO	5	3	2	3	12	1	**77**	1	0
IIQ	7	1	0	0	1	0	0	**28**	**11**
IA	0	0	0	2	0	**34**	0	0	0
IF	7	10	10	10	10	4	4	4	0
IMERL	13	11	10	10	12	9	12	10	0
DISI	6	6	6	6	6	6	5	6	1
	62	**84**	**82**	**96**	**105**	**57**	**104**	**58**	**16**

Tabla N° 3. Oferta de cursos dictados de cada instituto para cada carrera

Carrera \ Instituto	Producción	Industrial Mecánica	Naval	Civil	Eléctrica	Agrimensura	Computación	Química	Alimentos	Total
IIMPI	**149**	**305**	**325**	8	32	0	14	52	22	**907**
IMFIA	21	63	68	202	10	0	0	8	0	**372**
IET	0	10	10	**347**	0	26	0	0	0	**393**
IIE	19	69	69	10	**500**	0	22	9	9	**707**
IEM	12	52	34	10	0	0	0	0	0	**108**
INCO	38	35	20	30	128	10	**744**	10	0	**1.015**
IIQ	72	6	0	0	6	0	0	**279**	**136**	**499**
IA	0	0	0	15	0	**325**	0	0	0	**340**
IF	60	90	90	90	90	40	40	35	0	**535**
IMERL	118	100	90	90	109	82	108	90	0	**787**
DISI	38	38	38	39	38	38	28	34	5	**296**
	527	**768**	**744**	**841**	**913**	**521**	**956**	**517**	**172**	

Tabla 4. Oferta de créditos de cada instituto para cada carrera.

Una forma de ver esta relación es identificar la cantidad de cursos que dictó cada instituto y que contribuyen con créditos a cada carrera. Los cursos son la oferta de cada instituto para cada carrera.
Tabla N° 3. Oferta de cursos dictados de cada instituto para cada carrera.
En la Tabla N° 3 se resaltan los institutos que contribuyen con más cursos para cada carrera. En la última fila podemos visualizar cuantos cursos, de los dictados en el 2015, se incluyen en la curricula de las diferentes carreras. Otra forma similar de ver esta interrelación es la cantidad de créditos ofrecidos por cada instituto a disposición de cada carrera

La estructura y organización de la carrera de Ingeniería de Alimentos no es comparable ya que concentra buena parte de su actividad en otras facultades. En la Tabla N° 4 se resalta el instituto que aporta la mayor cantidad de crédidos a cada carrera, de forma de facilitar la visualización de su impacto. En la última fila se ve la cantidad de créditos disponibles que tiene el estudiante en cada carrera. En la última columna se ve la suma de créditos que ofrece cada instituto a todas las carreras. Se ve que el IINCO ofrece 1.015 créditos (744 en computación) seguido por el IIMPI que totaliza 907 créditos ofrecidos.

La voz de los clientes se canaliza por medio de las comisiones de carrera y vemos en la Tabla N° 4, cual es el instituto principal para cada carrera. Encontramos que el IIMPI es el principal para 3 carreras (Producción, Industrial Mecánica y Naval), El IIQ es el principal para 2 carreras (Química y Alimentos), el IET es el principal para Civil, el IIE es el principal para Eléctrica, el INCO es el principal para Computación y el IA es el principal para Agrimensura. Otros institutos aportan conocimientos transversales a todas las carreras sin constituirse en el proveedor principal de ninguna carrera.
A nivel académico hay una clara tendencia a priorizar las actividades de investigación, gestión e incluso las de extensión por sobre las actividades de enseñanza de grado. Esta sobrevaloración relativa de las demás actividades por sobre las de enseñanza se refleja en la asignación y priorización de los recursos. Si en este contexto se crea una nueva carrera (Producción), se hace necesario que las unidades ejecutoras prioricen recursos directos a la enseñanza de grado, lo cual va a contrapelo de la tendencia a relegar estas actividades.

El rango institucional del DISI es una debilidad o ¿acaso se pretende solo el dictado cursos sin desarrollar de nuevos conocimientos? Los datos presentados visualizan un aporte importante a las actividades de enseñanza de grado como para constituirse en un instituto, ¿Qué lo impide?

El funcionamiento de 2 carreras con una sola comisión de carrera. La carrera de Ingeniería Naval ¿no ameritaría la constitución de una comisión de carrera propia (sus estudiantes son de orden similar a los de Agrimensura).

La relación del IIMPI como instituto principal de 3 carreras debilita la relación legislativo-ejecutivo. Una carrera nueva (Producción) necesita recursos nuevos para ejecutar la función de enseñanza (no para investigación ni extensión). Parece mucho la exigencia de cumplir con buena parte de la enseñanza de grado de 3 carreras.

El Departamento de Producción Industrial (DPI) perteneciente al IIMPI tiene áreas de conocimiento en común con el DISI. El DPI dentro del IIMPI es la unidad que incide más en la enseñanza de grado con 14 cursos, 700 estudiantes, 50 estudiantes por curso y 117 créditos enfocados a varias carreras (en particular a Producción). Parece razonable suponer que se pueden unificar las actividades del DPI y el DISI, fortaleciendo su estructura con el rango de Instituto. De esta forma los problemas de la carrera de Ingeniería de Producción tendrían un instituto referente en esta nueva organización permitiendo que se atienda mejor la voz de los clientes de la carrera.

MIEM REALIZÓ 8° EDICIÓN DEL PREMIO NACIONAL DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Casi 200 personas participaron el 15 de noviembre en la 8° ceremonia del *Premio Nacional de Eficiencia Energética.*

El evento contó con la presencia de la ministra de Industria, Energía y Minería, Carolina Cosse; el subsecretario de Industria, Energía y Minería, Guillermo Moncecchi; y la directora nacional de Energía, Olga Otegui, entre otras autoridades y representantes del sector público y privado.

El *Premio Nacional de Eficiencia Energética* es una iniciativa del Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM) que surge en 2009 y tiene como objetivo reconocer aquellos proyectos a nivel nacional que tienen como finalidad la eficiencia energética. De esta forma se pretende dar visibilidad al compromiso institucional y promover el desarrollo de nuevos proyectos en todos los sectores.

La apertura del evento estuvo a cargo de la directora nacional de Energía, que destacó la importancia de este evento y el crecimiento en el número de postulantes que se viene consolidando año a año. Asimismo, destacó algunos de los logros más importantes que se alcanzaron en los últimos años.

Los proyectos galardonados en las diferentes categorías fueron:

[1] Todos los centros educativos que se presentaron trabajaron en el marco del Programa Túnicas en red de UTE.

Cabe destacar que el comité evaluador del Premio Nacional de Eficiencia Energética está integrado por representantes de varios organismos, que durante varios meses trabajan en la revisión y evaluación de todos los proyectos que se presentan.

- Ministerio de Industria, Energía y Minería
- Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente
- Ministerio de Turismo
- Oficina de Planeamiento y Presupuesto
- Universidad de la República
- Agencia Nacional de Investigación e Innovación
- Administración Nacional de Educación Pública
- Cámara Nacional de Comercio y Servicios
- Cámara de Industrias del Uruguay
- Sociedad de Arquitectos del Uruguay

ZONAMERICA | GANADOR CATEGORÍA COMERCIAL Y SERVICIOS - GRANDES CONSUMIDORES

Localizada en Montevideo, Zonamerica es un parque de negocios y tecnología que concentra unas 350 empresas regionales y globales con operaciones de logística, desarrollo de software, call-centers, servicios financieros, centros de servicios compartidos y otras plataformas de servicios de exportación.

En 2015 se conformó un grupo encargado de la gestión de la energía con profesionales de Zonamerica y de la empresa MCT-ESCO.

La empresa cuenta con un Plan Estratégico Ambiental de Zonamerica (2015-2019), que tiene 4 ejes prioritarios: Cambio Climático, Residuos Sólidos, Ordenamiento Territorial y Planificación y Co-

municación. Como parte de este plan se decide desarrollar un Sistema de Gestión de la Energía (SGE), que cuenta con indicadores que permiten evaluar el desempeño energético.

CATEGORÍA	EMPRESA / INSTITUCIÓN	RESULTADO
Comercial y Servicios	**Grandes consumidores**	
	Zonamerica	Ganador
	Medianos y Pequeños consumidores	
	Institut Pasteur de Montevideo	Mención
Público	Consejo de Educación Secundaria	Mención
Turismo	BPS - Colonia de Vacaciones “Martín O. Machiñena”	Ganador
Industria	**Grandes consumidores**	
	GERDAU	Ganador
	IPUSA	Mención
	Maltería Uruguay	Mención
	Montepaz	Mención
Educación[1]	**Centros educativos urbanos**	
	Centro de Enseñanza Integral Nº6 - Rocha	Ganador
	Escuela y Liceo Elbio Fernández	Mención
	Escuela Nº 54 (Clemente Estable) - Lavalleja	Ganador
	Escuela Nº 278 - Canelones	Mención
	Escuelas rurales	
	Escuela rural Nº 27 - Cerro Largo	Mención
	Escuela rural Nº 60 - Florida	Mención
	Escuela Rural Nº 83 - Salto	Ganador

Cabe señalar que en este proceso el equipo se ha capacitado a través de diversos cur-



sos vinculados a la eficiencia energética.
Medidas de eficiencia energética en los últimos 3 años

- Instalación fotovoltaica
- Instalación de sistema VRV con recuperación de calor en 2 edificios.
- Recambio por iluminación LED.

INSTITUT PASTEUR DE MONTEVIDEO – MENCIÓN CATEGORÍA COMERCIAL Y SERVICIOS – PEQUEÑOS Y MEDIANOS CONSUMIDORES

El Institut Pasteur de Montevideo fue fundado en diciembre de 2004 con la misión de producir ciencia de nivel internacional en el campo de la biología, articulando la investigación, sus aplicaciones y la formación de recursos humanos especializados, contribuyendo al desarrollo de la ciencia y la biotecnología uruguayas.

En 2017 el instituto se propuso mejorar la utilización de los recursos energéticos reduciendo el consumo de electricidad y GLP.

En los últimos 2 años han realizado diferentes capacitaciones vinculadas a la energía.

Medidas de eficiencia energética en los últimos 3 años

En 2015 la ESCO SEG Ingeniería realizó una auditoria energética en donde se detectaron distintas oportunidades de mejora.

Las medidas implementadas fueron:
- Iluminación eficiente.
- Sustitución por caldera de condensación.

Además del monitoreo rutinario realizado la ESCO realiza un monitoreo mensual para determinar los ahorros alcanzados.

BPS COLONIA DE VACACIONES. "MARTÍN O. MACHIÑENA" – GANADOR CATEGORÍA TURISMO

El Banco de Previsión Social (BPS) cuenta con un centro de turismo social y educativo, la Colonia de Vacaciones "Martín O. Machiñena", situado en Raigón, departamento de San José. El centro se encuentra activo durante todo el año y recibe más de 11.000 huéspedes por año.

Desde setiembre de 2014, un equipo de BPS trabaja en el proyecto de eficiencia energética para la colonia. En el marco del proyecto se contrató a la ESCO Eficener para la realización del diagnóstico energético y la propuesta de medidas de conservación de la energía. Posteriormente, se firmó un contrato por desempeño para la implementación de las medidas. La implementación comenzó en octubre de 2016 y continúa en ejecución.
Cabe señalar que durante todo este proceso, el equipo de la colonia ha realizado acciones difusión interna y externa.

Medidas de eficiencia energética implementadas en los últimos 3 años
- Iluminación eficiente.
- Automatismo en bombeo de agua
- Acondicionamiento térmico de la piscina cerrada
- Agua caliente sanitaria para habitaciones

Eficener ha desarrollado y ejecutado un plan de medida y verificación de los ahorros obtenidos por la implementación de las cuatro medidas del proyecto de eficiencia energética.

CONSEJO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA – MENCIÓN CATEGORÍA SECTOR PÚBLICO

El Consejo de Educación Secundaria es el órgano de la Administración Nacional de Educación Pública a cargo de impartir la educación secundaria de Uruguay (media básica y media superior).

El presente proyecto abarca a 18 centros de educa-

ción secundaria y comprende dos fases:

- Fase 1 (implementada en 2016): 8 institutos de educación secundaria pública, ubicados en distintas zonas urbanas y suburbanas de Montevideo, Canelones, Maldonado y Colonia.
- Fase2 (en curso): Comprende otros 10 centros de educación secundaria, en los cuales se ha realizado la etapa de diagnóstico y se han dictado charlas educativas.

El Consejo de Educación Secundaria conformó una Comisión de Estudio de Ahorro Energético integrado por la Dirección de Formulación y Seguimiento Presupuestal, Dirección General y del Departamento de Infraestructura.

Se contrató a la ESCO SEG Ingeniería para realizar los diagnósticos energéticos en los liceos y la implementación de las medidas.

Una vez implementadas las medidas de eficiencia energética se realizaron distintas charlas en los mismos liceos con la participación de profesores y alumnos.

Medidas de eficiencia energética en los últimos 3 años.

- Iluminación eficiente en exterior e interior en 8 liceos
- Optimización de uso de agua caliente en Liceo N° 13

Además, se trabajó en el uso racional del agua y el consumo de energía reactiva, mediante la compensación con condensadores.

GERDAU – GANADOR CATEGORÍA INDUSTRIA

Gerdau es una empresa del sector siderúrgico dedicada a la producción de acero. Entre sus productos principales se destacan las barras de acero para hormigón armado, alambres, mallas electrosoldadas, planchuelas y ángulos. La empresa está en nuestro país desde 1980. Cuenta con 210 empleados y una única planta en Punta de Rieles, Montevideo.

La empresa cuenta con un área específica de Ingeniería y Energía, que tienen a cargo la gestión energética de la empresa. Desde 2015 trabaja con la ESCO ERGO Soluciones Energéticas, que asesora y participa en la implementación de medidas de eficiencia energética.

Existe una matriz de capacitación que se desarrolla a través de la escuela técnica online o cursos presenciales. Además, se realizan acciones de difusión a través de diversos canales.

Medidas de eficiencia energética en los últimos 3 años

- Reducción de fugas aire comprimido en laminación.
- Sustitución de aires acondicionados para salas eléctricas por equipos eficientes.
- Nueva enderezadora de alambres.
- Instalación de chapas translúcidas en el techo de laminación.
- Instalación de un sensor de temperatura en el sistema de enfriamiento de agua.
- Sustitución de calentadores de cucharas por tecnología moderna.
- Simultaneidad de parada de acería y laminación.
- Mejora de receta en horno de acería.

A nivel corporativo existe un listado de indicadores llevado adelante por todas las empresas del grupo Gerdau. Los indicadores son seguidos a través del software GMR, donde se utilizan semáforos para visualizar la comparación con los objetivos mensuales y anuales.

CMPC IPUSA – MENCIÓN CATEGORÍA INDUSTRIA

CMPC IPUSA se dedica a la producción y comercialización de productos de papel tissue y de productos sanitarios. Fue fundada en 1937 y en 1994 pasó a integrar el grupo de empresas CMPC (Compañía Manufacturera de Papeles y Cartones).

Desde abril de 2016 la empresa cuenta con un Sistema de Gestión de la Energía (SGE) certificado bajo la norma ISO 50001. En este marco han desarrollado una matriz de identificación y evaluación de los usos y consumos energéticos, una matriz de indicadores energéticos, un plan de gestión y reducción de los consumos energéticos y un sistema de monitoreo online integrado que fue diseñado específicamente para la organización.

Se destaca el desafío en el modelado del sistema energético debido a cambios significativos de escenarios con nuevos proyectos, la variabilidad en los insumos, materias primas, demanda productiva y mix de producción.

Las capacitaciones sobre los usos y consumos de la energía requeridas por cada integrante de la empresa se planifican en el marco del SGE.

La comunicación interna sobre el desempeño energético de la organización, se enmarca en el plan de comunicación anual y se realiza por varios canales. Además se realizan diversas acciones de comunicación externa.

Medidas de eficiencia energética en los últimos 3

años

- Motores eficientes.
- Equipos más eficientes en línea de rollos.
- Nueva línea eficiente de productos interfoliados.
- Nuevo equipo eficiente de disgregación de papeles.

MALTERÍA URUGUAY – MENCIÓN CATEGORÍA INDUSTRIA

Maltería Uruguay S.A. es una compañía multinacional del Grupo Ambev, creada en el año 1983, que comenzó a operar en el año 1990.

La empresa dispone de un Sistema de Gestión de la Energía (SGE) donde se exige la evaluación del impacto medioambiental de los nuevos proyectos y equipos, y se analiza la eficiencia energética, para la selección y compra de los mismos.

En 2017 la ESCO Altmann & Asociados realizó una auditoría energética que permitió mejorar la planificación energética y diseñar un plan de acción para la reducción del consumo de energía.

Entre las acciones de sensibilización se destaca la realización de concursos de ideas, que tienen como objetivo que todos realicen aportes y presenten sugerencias de mejora relativas a temas de energía y medioambiente.

Medidas de eficiencia energética en los últimos 3 años

- Reducción de presión de aire comprimido.
- Aislación exterior de Flat Nº 1 de M2.
- Aislación interna de secadora de M2.
- Sustitución de motores de ventiladores de la secadora por motores de alta eficiencia IE3.
- Optimización de seteos de velocidad de variadores de velocidad.
- Iluminación eficiente.
- Sustitución de aires acondicionados por equipos eficientes.
- Mejora de la operativa de caldera de leña y caldera de chips.

MONTEPAZ – MENCIÓN CATEGORÍA INDUSTRIA

La compañía industrial de tabacos MONTEPAZ S.A. se dedica al procesamiento de tabaco y fabricación de cigarrillos desde 1880.
La empresa implementó un Sistema de Gestión Energética (SGE) acorde a la norma UNIT-ISO 50001. En este marco tomó medidas técnicas y organizativas, incluidas aquellas relativas al comportamiento humano, orientadas a la mejora del desempeño energético de la industria.
MONTEPAZ define para cada uso de la energía un índice de desempeño energético basado en unidades de producción. Para cada uno de los usos significativos de la energía se definen objetivos y metas, y para alcanzar estos se establecen, implementan y mantienen planes de acción.

En el SGE están definidas las responsabilidades y procedimientos para detectar e implementar capacitaciones en energía, siendo el equipo de gestión de la energía responsable de esta capacitación.

Además se realizan diversas acciones de comunicación interna.

Medidas de eficiencia energética en los últimos 3 años

- Generación y distribución de aire comprimido.
- Generación y distribución de vapor.
- Mejoras en el sistema de enfriamiento.
- Cambio de tensión.

La planta cuenta con un sistema de monitoreo continuo desarrollado por MCT-ESCO.

CENTRO DE ENSEÑANZA INTEGRAL N° 6 DE ROCHA – GANADOR CATEGORÍA EDUCACIÓN – CENTROS Y ESCUELAS URBANAS

Es una institución educativa privada en funcionamiento desde 1994.

Estudiantes de 4° y 5° realizaron un relevamiento en el centro a partir del cual identificaron varias medidas que podían implementar para hacer un uso más eficiente de la energía
(mayor aprovechamiento de la luz solar, apagado de luces cuando no son necesarias, seteo de temperatura de aires acondicionados, entre otros).

Además, durante 2017, el centro trabajó en la creación de un dispositivo para obtener energía eléctrica a partir de energía cinética mediante el pedaleo de una bicicleta.

En lo referente a la difusión, los estudiantes visitaron otras escuelas, realizaron material informativo e informaron del proyecto a través del canal Telenueve-Rocha.

ESCUELA N° 54 DE LAVALLEJA – GANADOR CATEGORÍA EDUCACIÓN – CENTROS Y ESCUELAS RBANAS

La escuela urbana N° 54 Clemente Estable está ubicada en el Barrio Cerro Partido de la ciudad de Minas. Actualmente está catalogada como Escuela A.PR. EN.D.E.R (Atención Prioritaria en
Entornos con Dificultades Estructurales Relativas). Además funcionan en la escuela el Programa Maestros Comunitarios y el proyecto Trayectorias Protegidas.

El objetivo del proyecto es promover hábitos responsables de eficiencia energética en la escuela.

Los estudiantes realizaron un exhaustivo diagnóstico energético a través del cual evaluaron diferentes usos, fuentes de energía. A partir de este relevamiento implementaron diversas medidas (regulación de termotanque y colocación de timer, colocación de cortinas, confección y colocación de burletes, entre otras)

Además, realizaron un gran trabajo de difusión desarrollando acciones y materiales entre los que se destaca: video stop-motion, canción, juego, publicaciones en plataforma CREA y blog, participación en Kermesse Viajera, distribución de volantes, charlas, entre otras.

ESCUELA Y LICEO ELBIO FERNÁNDEZ – MENCIÓN



Directora nacional de Energía, Olga Otegui



Ministra de Industria, Energía y Minería, Carolina Cosse

CATEGORÍA EDUCACIÓN – CENTROS Y ESCUELAS URBANAS

La Escuela y Liceo Elbio Fernández está tomando acciones de eficiencia energética con el fin de obtener, no solo ahorros económicos, sino también concientizar y educar a su personal y estudiantes.
Un grupo de estudiantes de 5° año trabajan en el marco del Programa Túnicas en red y otro grupo trabaja con el equipo técnico de Educación Ambiental de la Intendencia de Montevideo, con el fin de abordar el tema energético desde diferentes perspectivas.
Además, el centro contrató a la ESCO Eficener con quien acordó una auditoría energética con grado de inversión, y a partir de lo cual ya se han implementado varias medidas de eficiencia energética.
Además han desarrollado varias acciones y productos de comunicación para sensibilizar a toda la comunidad educativa.

ESCUELA N° 278 DE CANELONES – MENCIÓN CATEGORÍA EDUCACIÓN – CENTROS Y ESCUELAS URBANAS

La escuela Nº 278 de tiempo completo, se localiza en el barrio El Dorado de la ciudad de Las Piedras, Canelones. Es una escuela pública y urbana creada en el año 2003.

La escuela participa en Túnicas en red, en cuyo marco creó la brigada “La Carreta Dorada”, conformada por alumnos de 5º y 6º año.

El objetivo principal del proyecto es lograr en la comunidad educativa (alumnos, familias, docentes y no docentes) el correcto uso de la energía eléctrica.

El diagnóstico fue realizado por los niños de la brigada desde el programa de radio de la escuela que se escucha en todos los salones.

Se realizaron charlas informativas a la comunidad escolar (niños y familias) en el espacio de apertura de la escuela y en la muestra cultural organizada por la Intendencia Municipal de Canelones, además se concurrió a otros centros educativos cercanos a la escuela.

ESCUELA RURAL N°83 DE SALTO– GANADOR CATEGORÍA EDUCACIÓN – ESCUELAS RURALES

La Escuela rural Nº 83 se localiza en la Colonia Antonio Rubio del Instituto Nacional de Colonización, a 70 km de la ciudad de Salto. Actualmente asisten 10 alumnos.

El diagnóstico fue realizado por los alumnos, la docente y un grupo de madres que colaboran con la brigada de investigación y uso eficiente en la escuela llamada “Super Sol”.
Identificaron que su mayor consumo de energía se debía al calentamiento de agua, se abocaron al estudio y elaboraron un proyecto para la construcción de un calentador solar que fue hecho por ellos mismos con materiales reciclados.
El proyecto se difundió a través del blog de la escuela, charla a la comunidad y entrevistas en radios del departamento de Salto.

ESCUELA RURAL N°27 DE CERRO LARGO– MENCIÓN CATEGORÍA EDUCACIÓN – ESCUELAS RURALES

La escuela rural Nº 27, se localiza en el paraje Sierra de Ríos, Cerro Largo. A la escuela asisten 8 alumnos.

La escuela y la comunidad no contaban con energía eléctrica de la red. En 2016 decidieron participar en Túnicas en red para prepararse para cuando la recibieran, así como también difundir su conocimiento a otras comunidades que sí cuentan con energía eléctrica de la red.

Actualmente son los propios alumnos que se encargan de gestionar la energía en la escuela y a su vez, lo aplican en sus casas.
A través del encuentro con las comunidades se logró que utilizaran los equipos eléctricos de modo eficiente y que tomaran conciencia de la importancia del etiquetado y la clase de los equipos.

ESCUELA RURAL N°60 DE FLORIDA– MENCIÓN CATEGORÍA EDUCACIÓN – ESCUELAS RURALES

La escuela rural Nº 60 está ubicada en la ruta Nº 6 km 172 del departamento de Florida. Actualmente asisten 7 alumnos.

La escuela se incorporó a Túnicas en red en 2016 como un desafío que entusiasmó a los alumnos y a sus familias. Las actividades que se implementaron desde el centro escolar, vinculando contenidos del programa escolar, tienen como objetivo ahorrar energía eléctrica sin perder confort. Todos los padres, la auxiliar y la comisión fomento están involucrados en el proyecto.

Se dieron charlas para la comunidad y otras escuelas rurales de la zona que conforman el agrupamiento.

Se diseñó un mensaje para que circulara por WhatsApp.y se confeccionaron afiches y juegos para ser difundidos en la localidad.

Se logró motivar a la comunidad a ahorrar sin perder confort.

DÍA DEL INGENIERO 2017

La reunión del 112° aniversario de la Asociación de Ingenieros del Uruguay junto a la celebración del Día del Ingeniero, se llevó a cabo el 12 de octubre próximo pasado en la sede social de la AIU.
El festejo contó con la presencia del Ing. Daniel Martínez, actual Intendente de Montevideo quien dedicó unas palabras a la ingeniería. Asimismo tuvo la participación de la Fundación Ricaldoni con la Ing. María Simon y la Ing. Julieta López, Presidenta y Directora respectivamente de dicha institución.
Además la ocasión tuvo el significativo agregado de la entrega de homenajes a los socios que cumplían 50 años de asociados y de profesión, junto a los ingenieros que cumplían más de 60 años de socio.
Agradecemos a los socios que pudieron acompañarnos en la celebración.

HOMENAJEADOS:

Socios con más de 60 años de asociado
Ing. Henry Carlomagno
Ing. Jaime Leiferman
Ing. Eduardo Schellenberg
Ing. Marcelo Sasson

50 AÑOS DE PROFESIÓN

Ing. Felix Azar
Ing. José Luis Duomarco
Ing. Adolfo Gallero
Ing. Juan A. Grompone
Ing. Luis A. Lagomarsino
Ing. Enrique E. Salles

50 AÑOS DE PROFESIÓN

Ing. Jorge Perini
Ing. Luis Lazo



Decano ORT Ing. M. Fernández Citera - Decana UdelaR Ing. M. Simon - Presidente AIU Ing. M. Fierro - Decano UM Ing. C. Ruibal



Ing. L. Blasina - Ing. J. Perini - Ing. M. Erlich - Ing. M. Fierro



Ing. L. A. Lagomarsino



Ing. L. Lazo



Ing. M. Sasson



Ing. L. Blasina - Ing. J. L. Duomarco - Ing. M. Erlich - Ing. M. Fierro


Ing. L. Blasina - Ing. J. A. Grompone - Ing. M. Erlich - Ing. M. Fierro


Ing. F. Azar


Ing. E. Salles


Ing. H. Carlomagno


Ing. A. Zunino - Ing. E. Yañez


Ing. D. Sismondi - Ing. T. Pagliano - Ing. C. Ruibal

LÍNEA SIKA® ANCHORFIX®



ADHESIVOS DE ALTA PERFORMANCE Y RÁPIDO CURADO PARA LA REALIZACIÓN DE ANCLAJES



Rápido curado

Adhesivo de anclaje para aplicaciones standard con cargas bajas a medias.



Alta performance y rápido curado

Adhesivo de anclaje para aplicaciones estructurales con cargas medias a altas.

La línea de adhesivos Anchorfix® ofrece altas prestaciones y rápido curado para el anclaje de barras, pernos y varillas en hormigón, piedra o mampostería. Permite realizar aplicaciones desde escala domestica hasta las máximas exigencias. Es un sistema de 2 componentes encapsulados dentro de un mismo cartucho. Al extruirse, los componentes son mezclados completamente en el pico especial.

CARACTERÍSTICAS

- Ideal para anclajes de varillas roscadas y barras de acero
- Alta capacidad de carga.
- Puede ser utilizado en aplicaciones sobre cabeza sin necesidad de fijación temporal del anclaje.
- No requiere mezcla manual. Mínimo desperdicio y calidad de mezcla constante.
- Rápido curado
- Libre de solvente. Poco olor
- Fácil colocación
- Aplicable con pistola estándar

SIKA URUGUAY S.A.
Av. José Belloni 5514 · CP 12200
Manga, Montevideo, Uruguay
Tel: 2220 2227* Fax: 2227 6417
www.sika.com.uy

Cuidado Responsable del Medio Ambiente

CONSTRUYENDO CONFIANZA

Sika®